



US006613470B1

(12) **United States Patent**
Sugita et al.

(10) Patent No.: **US 6,613,470 B1**
(45) Date of Patent: **Sep. 2, 2003**

(54) **SOLID POLYMER ELECTROLYTE FUEL
CELL STACK**

(75) Inventors: **Narutoshi Sugita, Utsunomiya (JP);
Norikaki Osao, Ibaraki-ken (JP);
Takeshi Ushio, Utsunomiya (JP)**

(73) Assignee: **Honda Giken Kogyo Kabushiki
Kaisha, Tokyo (JP)**

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this
patent is extended or adjusted under 35
U.S.C. 154(b) by 14 days.

(21) Appl. No.: **09/641,187**

(22) Filed: **Aug. 17, 2000**

(30) **Foreign Application Priority Data**

Sep. 1, 1999 (JP) 11-247790
Sep. 3, 1999 (JP) 11-249830
Jul. 27, 2000 (JP) 2000-227413

(51) Int. Cl.⁷ **H01M 2/14**

(52) U.S. Cl. **429/38; 429/18; 429/34**

(58) Field of Search **429/18, 34, 38**

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

4,708,916 A * 11/1987 Ogawa et al. 429/38

5,338,621 A * 8/1994 Bossel 429/18
5,804,326 A 9/1998 Chow et al.
5,994,901 A * 11/1999 McIntyre et al. 324/303
6,270,917 B1 * 8/2001 Maeda et al. 429/37
6,410,178 B1 * 6/2002 Matsukawa 429/39
6,416,899 B1 * 7/2002 Wariishi et al. 429/38

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

JP 8-171926 7/1996

* cited by examiner

Primary Examiner—Carol Chaney

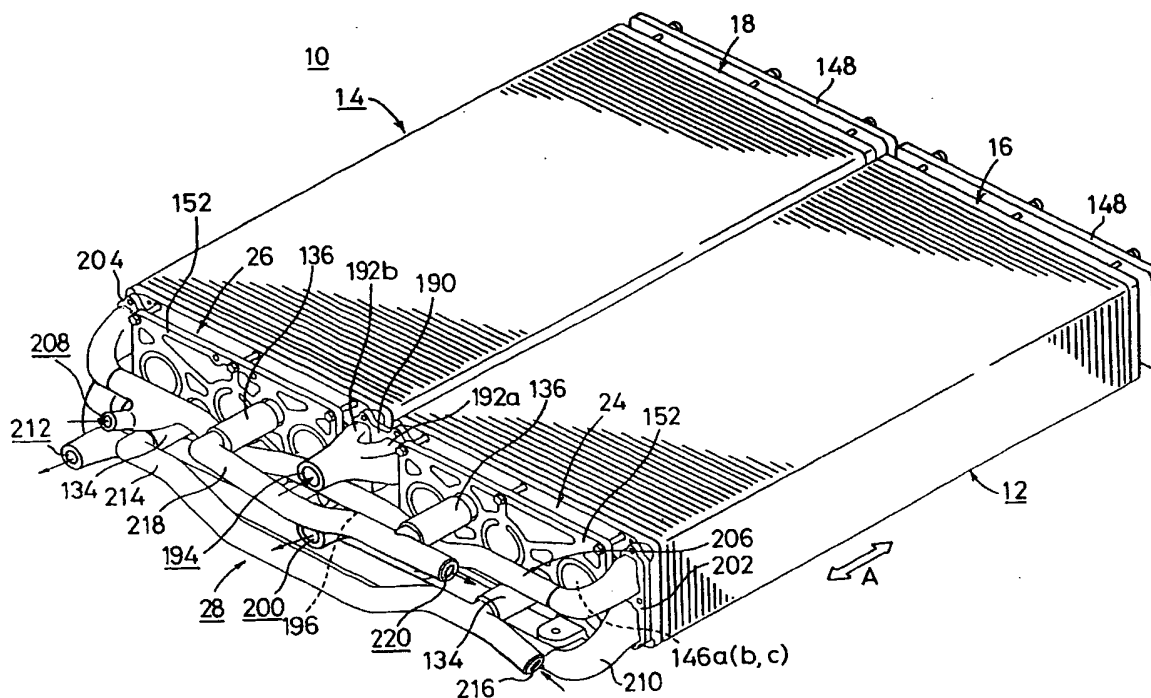
Assistant Examiner—Dah-Wei Yuan

(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Lahive & Cockfield, LLP

(57) **ABSTRACT**

A fuel gas inlet, a fuel gas outlet, an oxygen-containing gas inlet, an oxygen-containing gas outlet, and other components, which are disposed at upper and lower portions at both ends in the lateral direction, are provided in a first fuel cell stack. A plurality of cooling medium inlets, a plurality of cooling medium outlets, and other components are provided at lower portions on the long side and at upper portions on the long side respectively. A cooling medium flows from the lower portions to the upper portions through cooling medium flow passages to cool the power generation surface smoothly and reliably.

10 Claims, 19 Drawing Sheets





①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 41 532 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/24
H 01 M 8/02

②1 Aktenzeichen: 100 41 532.6
②2 Anmeldetag: 24. 8. 2000
④3 Offenlegungstag: 8. 3. 2001

DE 100 41 532 A 1

③0 Unionspriorität:
11-247790 01. 09. 1999 JP
11-249830 03. 09. 1999 JP
00-227413 27. 07. 2000 JP

⑦1 Anmelder:
Honda Giken K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

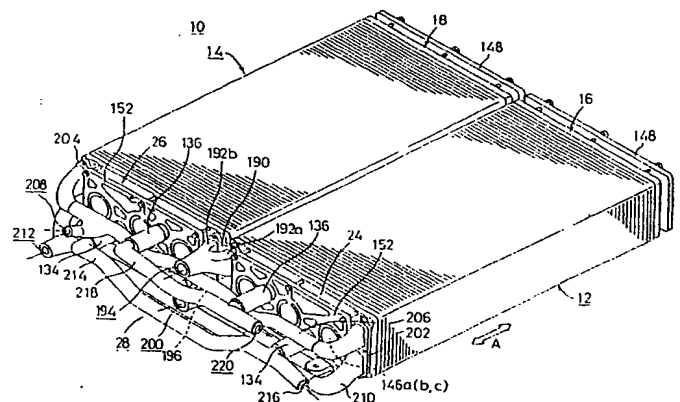
⑦2 Erfinder:
Sugita, Narutoshi, Wako, Saitama, JP; Osao,
Noriaki, Wako, Saitama, JP; Ushio, Takeshi, Wako,
Saitama, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Brennstoffzellenstapel**

⑤7 In einem ersten Brennstoffzellenstapel (12) sind ein Brenngaseinlass (68a), ein Brenngasauslass (68b), ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass (56a), ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass (56b) und andere Komponenten vorgesehen, die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung angeordnet sind. Eine Mehrzahl von Kühlmittel-Einlässen (70a bis 70d), eine Mehrzahl von Kühlmittel-Auslässen (70e bis 70h) und andere Komponenten sind an unteren Abschnitten an der Längsseite bzw. an oberen Abschnitten an der Längsseite vorgesehen. Ein Kühlmittel fließt von den unteren Abschnitten zu den oberen Abschnitten durch Kühlmittelkanäle (74a bis 74d), um die Energieerzeugungsoberfläche gleichmäßig und zuverlässig zu kühlen.



DE 100 41 532 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenstapel mit einer Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten, jeweils zusammengesetzt aus einer Festpolymer-Ionenaustauschermembrane, die zwischen einer Anodenelektrode und einer Kathodenelektrode angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten mit zwischen diese eingreifenden Separatoren in horizontaler Richtung gestapelt ist.

Eine bekannte Festpolymer-Brennstoffzelle umfasst eine Brennstoffzelleneinheit mit einer Anodenelektrode und einer Kathodenelektrode, die einander gegenüberliegend beiderseits einer Ionenaustauschermembrane angeordnet sind, die aus einer Polymer-Ionenaustauschermembrane (Kationen-Austauschermembran) zusammengesetzt ist, wobei die Brennstoffzelleneinheit zwischen Separatoren angeordnet ist. Gewöhnlich wird die Festpolymer-Brennstoffzelle als Brennstoffzellenstapel verwendet, der eine vorbestimmte Anzahl von Brennstoffzelleneinheiten sowie eine vorbestimmte Anzahl der Separatoren aufweist, die aufeinander gestapelt sind.

In diesem Brennstoffzellenstapel wird Brenngas, wie etwa der Anodenelektrode zugeführtes wasserstoffhaltiges Gas, an der Katalysatorelektrode in Wasserstoffionen umgewandelt, und das Ion bewegt sich durch die geeignet befeuchtete Ionenaustauschermembrane zur Kathode. Das bei diesem Prozess erzeugte Elektron wird zu einer externen Schaltung abgeführt, und das Elektron wird als elektrische Gleichstromenergie verwendet. Sauerstoffhaltiges Gas, wie etwa Gas mit Sauerstoff oder Luft, wird der Kathodenelektrode zugeführt. Daher reagieren das Wasserstoffion, das Elektron und das Sauerstoffgas miteinander an der Kathode, so dass Wasser produziert wird.

Wenn der oben beschriebene Brennstoffzellenstapel an einem Fahrzeug oder dergleichen angebracht werden soll, muß jede der Brennstoffzelleneinheiten so gestaltet sein, dass sie eine große Energieerzeugungsfläche hat, um die erforderliche elektrische Energie bereitzustellen. Im Ergebnis bekommt der gesamte Brennstoffzellenstapel eine beträchtliche Größe. Jedoch liegt der geeignete Raum zum Unterbringen des Brennstoffzellenstapels für das Fahrzeug unter dessen Boden. Daher besteht der Wunsch, dass der am Fahrzeug anzubringende Brennstoffzellenstapel so konstruiert ist, dass er eine rechteckige Konfiguration hat, deren horizontale Länge länger ist als eine vertikale Länge, wobei die Abmessung in der Höhenrichtung gering sein soll. Im Hinblick hierauf ist beispielsweise aus dem US-Patent Nr. 5,804,326 ein Brennstoffzellenstapel bekannt, dessen jeweilige Brennstoffzelleneinheiten eine rechteckige Konfiguration haben und eine Mehrzahl dieser Brennstoffzelleneinheiten mit dazwischen angeordneten Separatoren aufeinander gestapelt sind.

Bei der oben beschriebenen herkömmlichen Technik sind jedoch ein Reaktionsgaskanal und ein Kühlmittelkanal an einer identischen Oberfläche des Separators vorgesehen. Der Kühlmittelkanal ist in den Reaktionsgaskanal eingeschoben und erstreckt sich linear in Richtung der langen Seite. Aus diesem Grund ist es unmöglich, das Kühlwasser der gesamten Energieerzeugungsoberfläche zuzuführen. Es besteht die Gefahr, dass die Energieerzeugungsfläche nicht effizient gekühlt werden kann.

Ferner erstreckt sich der Kühlmittelkanal in Längsrichtung des rechteckigen Separators. Im Ergebnis kommt es zu folgendem Problem. Das heißt, der Kühlmittelkanal ist länglich, es kommt zu einem großen Druckverlust, und die Temperatur(ungleich)verteilung nimmt an der Separatoroberfläche zu.

Andererseits ist daran gedacht, dass ein einzelner Brenn-

stoffzellenstapel durch Stapeln einer beträchtlich großen Anzahl von Brennstoffzelleneinheiten aufgebaut wird, um die gewünschte elektrische Energie bereitzustellen zu können. Jedoch kommt es zu folgendem Problem. Das heißt, die Länge des Brennstoffzellenstapels in der Stapelrichtung wird ziemlich lang, und es wird unmöglich, das Brenngas den jeweiligen Brennstoffzelleneinheiten gleichmäßig zuzuführen.

Im Hinblick hierauf wird ein Brennstoffzellensystem verwendet, das aufgebaut wird, indem eine Mehrzahl von Brennstoffzellenstapeln vorbereitet werden und die jeweiligen Brennstoffzellenstapel mit Hilfe eines Verteilers in Serie verbunden werden. Beispielsweise werden in der japanischen Patentoffenlegungsschrift: Nr. 8-171926 vier Stapel (Brennstoffzellenstapel) vorbereitet. Zwei dieser Stapel, die jeweils in zwei Reihen in der Stapelrichtung angeordnet sind, werden in Serie angeordnet, indem ein Zufuhr/Abfuhr-element für den Brennstoff und dergleichen angebracht wird. Das Zufuhr/Abfuhr-element für Brennstoff und dergleichen ist an einander gegenüberliegenden vertikalen Flächen an beiden Enden vorgesehen, mit Löchern zum Zuführen/Abführen des Brennstoffs und dergleichen in Bezug auf die jeweiligen zwei Stapel. Ferner ist ein Zufuhr/Abfuhr-element für den Brennstoff und dergleichen mit Kanälen ausgebildet, um eine Verbindung zwischen den jeweiligen Löchern an der Innenseite des Zufuhr/Abfuhr-elements für den Brennstoff und dergleichen herzustellen.

Bei der oben beschriebenen herkömmlichen Technik sind die jeweiligen zwei Stapel nebeneinander und an den beiden Endflächen des Zufuhr/Abfuhr-elements für den Brennstoff und dergleichen angeordnet. Ein Pressenmechanismus ist an einer Endfläche angeordnet, die an einer dem Zufuhr/Abfuhr-element für Brennstoff und dergleichen gegenüberliegenden Seite jedes der Stapel angeordnet ist, so dass die Stapel in der Stapelrichtung zusammengepresst werden. Ferner sind ein oberes Gehäuse und ein unteres Gehäuse an oberen und unteren Abschnitten des Stapels installiert. Daher kommt es zu folgendem Problem. Das heißt, das Zusammensetzen der gesamten Brennstoffzelle wird kompliziert und die Anordnung des Zufuhr/Abfuhr-elements für den Brennstoff und dergleichen ist ziemlich kompliziert. Das Zufuhr/Abfuhr-element für den Brennstoff und dergleichen hat große Abmessungen und eine komplizierte Struktur, und die Herstellungskosten sind erheblich.

Allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Brennstoffzellenstapel anzugeben, der es ermöglicht, die Abmessung in der Höhenrichtung eines gesamten Brennstoffzellenstapels gering zu machen und die Energieerzeugungsoberfläche gleichmäßig zu kühlen.

Eine Hauptaufgabe der Erfindung ist es, ein Brennstoffzellensystem mit zwei parallel angeordneten Brennstoffzellenstapeln anzugeben, das es ermöglicht, die Rohrstruktur zum Zuführen und Abführen von Fluiden, wie etwa Brenngas, zu den jeweiligen Brennstoffzellenstapeln zu vereinfachen und die Abmessung in der Höhenrichtung des Brennstoffzellenstapels effektiv zu reduzieren.

Zumindest eine der obigen Aufgaben wird mit einem Brennstoffzellenstapel bzw. -system nach einem der Ansprüche 1, 6 und 11 gelöst.

In dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel ist die Brennstoffzelleneinheit so ausgeführt, dass sie eine rechteckige Konfiguration hat, deren horizontale Länge länger ist als die vertikale Länge. Die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung, die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung angeordnet sind, sind in dem Brennstoffzellenstapel vorgesehen. Daher kann der gesamte Brennstoffzellenstapel so ausgestaltet werden, dass er eine kleine Ab-

messung in der Höhenrichtung hat. Daher kann der Brennstoffzellenstapel leicht in einem niedrigen Raum untergebracht werden, wie etwa unter dem Boden einer Fahrzeugkarosserie.

Bei dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel sind die Brenngas-Zufuhr/Abfuhröffnung und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhröffnung an den oberen und unteren Abschnitten beider Enden in Querrichtung vorgesehen. Die Mehrzahl von Kühlmittel-Zufuhröffnungen und die Mehrzahl von Kühlmittel-Abfuhröffnungen sind an den oberen und unteren Abschnitten vorgesehen. Daher kann der gesamte Brennstoffzellenstapel so ausgestaltet werden, dass seine Struktur in der horizontalen Länge länger ist als in der vertikalen Länge. Ferner fließt das Kühlmedium von dem unteren Abschnitt zu dem oberen Abschnitt. Daher kann die Luft, die vermischt in dem Kühlmittel vorhanden ist, gleichmäßig abgegeben werden. Der Kühlmittelkanal wird verkürzt. Daher ist es möglich, den Druckverlust zu senken, und es ist möglich, das Auftreten einer Temperatur(ungleich)-Verteilung zu vermeiden.

Ferner sind in dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Zufuhr/Abfuhrleitungen für das Brenngas und dergleichen in den ersten und zweiten Brennstoffzellenstapeln symmetrisch zueinander angeordnet. Die Zufuhr/Abfuhröffnungen für das Brenngas und das sauerstoffhaltige Gas, die an den oberen und unteren Abschnitten beider Enden in Querrichtung angeordnet sind, sind an den einander angrenzenden vertikalen Flächen symmetrisch zueinander angeordnet. Die Zufuhr/Abfuhröffnungen für das Kühlmittel sind in Richtung nach oben und unten und in Richtung nach links und rechts an den inneren Positionen angeordnet. Daher kann die Abmessung in der Höhenrichtung des Brennstoffzellenstapels wirkungsvoll verkürzt werden. Es ist möglich, den Raum an der Oberseite des Brennstoffzellensystems wirkungsvoll zu nutzen. Ferner sind die Zufuhr/Abfuhröffnungen für das Brenngas, das sauerstoffhaltige Gas und das Kühlmittel symmetrisch an den identischen vertikalen Oberflächen der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel angeordnet. Daher wird das Anordnen der Rohre vereinfacht, und die Verteilerstruktur lässt sich problemlos vereinfachen.

Die Erfindung wird nun in Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Perspektivansicht eines Brennstoffzellensystems, in dem Brennstoffzellenstapel nach einer ersten Ausführung enthalten sind;

Fig. 2 eine Seitenansicht des Brennstoffzellensystems;

Fig. 3 eine Explosions-Perspektivansicht von Hauptkomponenten des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 4 eine vertikale Schnittansicht von Hauptkomponenten des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 5 eine Vorderansicht einer ersten Oberfläche eines zweiten Separators für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 6 eine Vorderansicht einer zweiten Oberfläche des zweiten Separators;

Fig. 7 einen schematischen Vertikalschnitt des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 8 eine Verbindungsstruktur eines Stromenergie-Ableitanschlusses für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 9 eine Perspektivansicht einer Leiterplatte für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 10 Kanäle mit Angaben der Fluidströme in dem Brennstoffzellenstapel;

Fig. 11 eine Vorderansicht einer Innenfläche einer zweiten Endplatte für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 12 eine Draufsicht auf den Brennstoffzellenstapel;

Fig. 13 eine Vorderansicht des Brennstoffzellensystems

in einem Zustand, in dem eine Rohranordnung der Illustration wegen weggelassen ist;

Fig. 14 eine Rückansicht des Brennstoffzellensystems;

Fig. 15 eine Perspektivansicht der Unterseite des Brennstoffzellensystems;

Fig. 16 eine Vorderansicht des Brennstoffzellensystems;

Fig. 17 Kanäle mit Angaben der Fluidströme in einem Brennstoffzellenstapel nach einer zweiten Ausführung;

Fig. 18 eine Explosions-Perspektivansicht von Hauptkomponenten des Brennstoffzellenstapels; und

Fig. 19 eine Vorderansicht einer ersten Oberfläche eines zweiten Separators für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels.

Fig. 1 zeigt eine schematische Perspektivansicht eines Brennstoffzellensystems 10, in das Brennstoffzellenstapel nach einer ersten Ausführung eingesetzt sind, und Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht des Brennstoffzellensystems 10.

Das Brennstoffzellensystem 10 umfasst einen ersten Brennstoffzellenstapel 12 und einen zweiten Brennstoffzellenstapel 14, die parallel zueinander in horizontaler Richtung (in Richtung des Pfeils A) angeordnet sind. Ein erster Stromenergie-Ableitanschluss 20 als positive Elektroden-elektrode und ein zweiter Stromenergie-Ableitanschluss 22 als negative Elektroden-elektrode sind an ersten Endplatten 16, 18 vorgesehen, die vertikale Oberflächen bilden, die an jeweiligen ersten Enden einer identischen Seite der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 angeordnet sind.

Eine Rohr- bzw. Schlauchanordnung 28, die zum Zuführen und Abführen von Brenngas, sauerstoffhaltigem Gas und Kühlmittel in Bezug auf die ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 dient, ist an einer Seite zweier Endplatten 24, 26 angeordnet, die vertikale Oberflächen bilden, die an jeweiligen zweiten Enden einer anderen identischen Seite der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 angeordnet sind. Die ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 sind mit Hilfe eines Befestigungsmechanismus 30 an einer Befestigungsplatte 31 eines Fahrzeugs befestigt.

Wie in den Fig. 3 und 4 gezeigt, umfasst der erste Brennstoffzellenstapel 12 eine Brennstoffzelleneinheit 32 und erste und zweite Separatoren 34, 36 zum Halten der dazwischen angeordneten Brennstoffzelleneinheit 32. Eine Mehrzahl von Sätzen dieser Komponenten sind in horizontaler Richtung gestapelt (Richtung von Pfeil A). Der erste Brennstoffzellenstapel 12 hat insgesamt die Konfiguration eines rechteckigen Parallelepipeds. Der erste Brennstoffzellenstapel 12 ist so angeordnet, dass die kurze Seitenrichtung (Richtung von Pfeil B) in Schwerkraft-Richtung weist, und die lange Seitenrichtung (Richtung von Pfeil C) in horizontaler Richtung weist.

Die Brennstoffzelleneinheit 32 enthält eine Festpolymer-Ionenaustauschermembran 38 sowie eine Kathodenelektrode 40 und eine Anodenelektrode 42, die so angeordnet sind, dass die Ionenaustauschermembran 38 zwischen sie eingreift. Erste und zweite Gasdiffusionsschichten 44, 46, die jeweils z. B. aus porösem Kohlepapier als poröser Schicht aufgebaut sind, sind für die Kathodenelektrode 40 und die Anodenelektrode 42 angeordnet.

An beiden Seiten der Brennstoffzelleneinheit 32 sind erste und zweite Dichtungen 48, 50 vorgesehen. Die erste Dichtung 48 hat eine größere Öffnung 52 zur Aufnahme der Kathodenelektrode 40 und der ersten Gasdiffusionsschicht 44. Die zweite Dichtung 50 hat eine große Öffnung 54 zur Aufnahme der Anodenelektrode 42 und der zweiten Gasdiffusionsschicht 46. Die Brennstoffzelleneinheit 32 und die ersten und zweiten Dichtungen 48, 50 sind zwischen der ersten und zweiten Separatoren 34, 36 angeordnet.

Der erste Separator 34 ist so ausgeführt, dass seine Fläche 34a, die der Kathodenelektrode 40 gegenüberliegt, und

seine Fläche 34b, die an der entgegengesetzten Seite angeordnet ist, jeweils eine rechteckige Konfiguration haben. Beispielsweise ist der erste Separator 34 so angeordnet, dass die lange Seite 55a in die horizontale Richtung weist und die kurze Seite 55b in Schwerkraftrichtung weist.

Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass (Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung) 56a, der den Durchlass von sauerstoffhaltigem Gas, wie etwa Gas mit Sauerstoff oder Luft gestattet, und ein Brenngaseinlass 58a, der den Durchlass von Brenngas, wie etwa wasserstoffhaltigem Gas erlaubt, die jeweils eine längliche Form in der vertikalen Richtung haben, sind an oberen Abschnitten beider Endränder der kurzen Seiten 55b des ersten Separators 34 vorgesehen. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass (Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung) 56b und ein Brenngasauslass 58b, die jeweils in der vertikalen Richtung eine längliche Form haben, sind so vorgesehen, dass an diagonalen Positionen in Bezug auf den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a und Brenngaseinlass 58a an unteren Abschnitten beider Endränder der kurzen Seiten 55b des ersten Separators 34 angeordnet sind.

Vier Kühlmittel-Einlässe 60a bis 60d, die in Richtung des Pfeils C länglich sind, sind an unteren Endabschnitten der langen Seite 55a des ersten Separators 34 vorgesehen. Ähnlich sind vier Kühlmittel-Auslässe 60e bis 60h, die in Richtung des Pfeils C länglich sind, an oberen Abschnitten an der langen Seite 55a des ersten Separators 34 vorgesehen. Das Kühlmittel, wie etwa reines Wasser, Ethylenglykol und Öl, wird den Kühlmittel-Einlässen 60a bis 60d zugeführt.

Zehn erste Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 62, die mit dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a in Verbindung stehen und die voneinander unabhängig sind, sind in Schwerkraftrichtung vorgesehen, während sie an der kurzen Seite 55b Kurven bilden und in der horizontalen Richtung an der Oberfläche 34a des ersten Separators 34 mäandrieren. Die ersten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 32 münden in fünf zweite Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 65. Die zweiten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 65 stehen mit dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b in Verbindung. An sechs Abschnitten des ersten Separators 34 sind Löcher 63 zum Einsetzen von Verbindungsstangen ausgebildet.

Der zweite Separator 36 hat eine rechteckige Konfiguration. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 66a und ein Brenngaseinlass (Brenngas-Zufuhröffnung) 68a durchsetzen obere Abschnitte beider Endränder an der kurzen Seite 64b des zweiten Separators 36. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 66b und ein Brenngasauslass (Brenngas-Abfuhröffnung) 68b durchsetzen untere Abschnitte beider Endränder derselben, so dass sie an diagonalen Positionen in Bezug auf den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 66a und den Brenngaseinlass 68a angeordnet sind.

Vier Kühlmittel-Einlässe 70a bis 70d, die in Richtung des Pfeils C länglich sind, durchsetzen untere Abschnitte an der langen Seite 64a des zweiten Separators 36. Ähnlich durchsetzen Kühlmittel-Auslässe 70e bis 70h, die in Richtung des Pfeils C länglich sind, obere Abschnitte an der langen Seite 64a.

Wie in Fig. 5 gezeigt, sind zehn erste Brenngaskanalnuten 72, die mit dem Brenngaseinlass 68a in Verbindung stehen, an der Oberfläche 36a des zweiten Separators 36 ausgebildet. Die ersten Brenngaskanalnuten 72 sind in Schwerkraftrichtung vorgesehen, während sie an der kurzen Seite 64b Kurven bilden und in der horizontalen Richtung mäandrieren. Die ersten Brenngaskanalnuten 72 münden in fünf zweite Brenngaskanalnuten 73. Die zweiten Brenngaskanalnuten 73 stehen mit dem Brenngasauslass 68b in Verbindung.

Wie in Fig. 6 gezeigt, sind Kühlmittelkanäle 74a bis 74d, die einzeln mit den Kühlmittel-Einlässen (Kühlmittelzu-

fuhröffnungen) 70a bis 70d und den Kühlmittel-Auslässen (Kühlmittel-Auslassöffnungen) 70e bis 70h verbunden sind, in Schwerkraftrichtung an der Oberfläche 36b vorgesehen, die der Oberfläche 36a des zweiten Separators 36 gegenüberliegt. Jeder der Kühlmittelkanäle 74a bis 74d ist mit neun ersten Kanalnuten 76a, 76b versehen, die mit dem Kühlmittel-Einlass 70a bis 70d und dem Kühlmittel-Auslass 70e bis 70h in Verbindung stehen. Zwei zweite Kanalnuten 78, die in Schwerkraftrichtung zueinander parallel sind und die durch vorbestimmte Abstände voneinander getrennt sind, sind zwischen jeder der ersten Kanalnuten 76a, 76b vorgesehen.

In dem zweiten Separator 36 sind an sechs Abschnitten, genauso wie beim ersten Separator 34, Löcher 63 zum Einsetzen von Verbindungsstangen vorgesehen. Die Löcher 63 durchsetzen die ersten und zweiten Separatoren 34, 36 entsprechend den Abständen zwischen den Kühlmittel-Einlässen 60a bis 60d, 70a bis 70d und zwischen den Kühlmittel-Auslässen 60e bis 60h, 70e bis 70h.

Wie in Fig. 7 gezeigt, sind eine Abschlussplatte 80 und eine erste Leiterplatte 82, die als Abschlussplatten dienen, an beiden Enden in Stapelrichtung der Brennstoffzelleneinheiten 32 angeordnet, die als vorbestimmte Anzahl von Einzelelementen gestapelt sind. Eine erste Endplatte 16 ist auf die Abschlussplatte 80 mit einer dazwischen eingreifenden Isolierplatte 84 gestapelt. Ein erster Stromenergie-Ableitanschluss 20 ist an der Abschlussplatte 80 installiert.

Wie in Fig. 8 gezeigt, umfasst der erste Stromenergie-Ableitanschluss 20 Schraubabschnitte 88a, 88b mit kleinem Durchmesser, die an beiden Enden eines säulenförmigen Abschnitts mit großem Durchmesser 86 vorgesehen sind. Der Schraubabschnitt 88a durchsetzt ein Loch 90 in der Abschlussplatte 80 und steht in die Innenseite des Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlasses 56a des ersten Separators 34 vor. Auf den Schraubabschnitt 88a ist ein Mutterelement 92 geschraubt. Ein Dichtungselement 94, um die Dichtleistung in Bezug auf die Abschlussplatte 80 zu verbessern, ist an einer Schulter des Abschnitts 86 großen Durchmessers installiert. Ein Isolerring 98 ist zwischen dem Außenumfang des Abschnitts 86 großen Durchmessers und dem die erste Endplatte 16 durchsetzenden Loch 96 installiert.

Wie in Fig. 9 gezeigt, hat die erste Leiterplatte 82 im Wesentlichen die gleiche Form wie der zweiten Separator 36, d. h. eine rechteckige Konfiguration. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 100a, ein Brenngaseinlass 102a, ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 100b und ein Brenngasauslass 102b sind an zueinander diagonalen Positionen an beiden Endrandabschnitten an der kurzen Seite vorgesehen. Vier Kühlmittel-Einlässe 104a bis 104d und vier Kühlmittel-Auslässe 104e bis 104h sind an unteren und oberen Abschnitten an der langen Seite der ersten Leiterplatte 82 vorgesehen. An sechs Stellen entsprechend den Abständen dazwischen sind Löcher 63 vorgesehen, um Verbindungsstangen einzusetzen.

Ein erster Verbindungsplattenabschnitt 106, der unter dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 angeordnet ist und der sich benachbart dem zweiten Brennstoffzellenstapel 14 erstreckt, ist für die erste Leiterplatte 82 vorgesehen. Zwei Bolzenabschnitte 108a, 108b, die nach unten vorstehen, sind für den ersten Verbindungsplattenabschnitt 106 vorgesehen. Jeder der Bolzenabschnitte 108a, 108b und die erste Leiterplatte 82 sind aus einem leitfähigen Material zusammengesetzt, beispielsweise rostfreiem Stahl oder Kupfer. Wie in Fig. 7 gezeigt, ist eine zweite Endplatte 24 auf die erste Leiterplatte 82 gestapelt, unter Zwischenordnung einer Isolierplatte 110, einer Deckplatte 112 und eines Dichtelements 114.

Wie in den Fig. 10 und 11 gezeigt, hat die zweite End-

platte 24 eine rechteckige Konfiguration. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 120a und ein Brenngaseinlass 122a durchsetzen obere Abschnitte beider Endränder an der kurzen Seite. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 120b und ein Brenngasauslass 122b sind an unteren Abschnitten beider Endränder an der kurzen Seite vorgesehen, so dass sie an diagonalen Positionen in Bezug auf den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 120a und den Brenngaseinlass 122 angeordnet sind.

Erste Kühlmittelkanalnuten 124a bis 124d, die mit den Kühlmittel-Einlässen 70a bis 70d des zweiten Separators 36 in Verbindung stehen, sowie zweite Kühlmittelkanalnuten 124e bis 124h, die mit den Kühlmittel-Auslässen 70e bis 70h des zweiten Separators 36 in Verbindung stehen, sind an der Innenfläche 24a der ersten Endplatte 24 so vorgesehen, dass sie in der horizontalen Richtung länglich sind, und jede von ihnen eine vorbestimmte Tiefe hat. Jede der ersten Kühlmittelkanalnuten 124a bis 124d steht mit Enden von zwölf ersten Nuten 126a in Verbindung. Die ersten Nuten 126a erstrecken sich parallel zueinander nach oben. Danach münden zwei der ersten Nuten 126a in jede der zweiten Nuten 126b. Zwei der zweiten Nuten 126b münden in jede der dritten Nuten 126c, die mit einer Kühlmittel-Einlaßöffnung 128 in Verbindung stehen.

Ähnlich steht jede der zweiten Kühlmittelkanalnuten 124e bis 124h mit zwölf ersten Nuten 130a in Verbindung. Die ersten Nuten 130a erstrecken sich vertikal nach unten, und zwei von ihnen münden in jede von zweiten Nuten 130b. Zwei der zweiten Nuten 130b münden in jede von dritten Nuten 130c, die mit einer einzelnen Kühlmittel-Abfuhröffnung 132 in Verbindung stehen. Wie in Fig. 10 gezeigt, sind eine Zufuhrschlauchleitung 134 und eine Abfuhrschlauchleitung 136 mit der Kühlmittel-Einlaßöffnung 128 bzw. der Kühlmittel-Abfuhröffnung 132 verbunden. Die Zufuhrschlauchleitung 134 und die Abfuhrschlauchleitung 136 stehen jeweils um eine vorbestimmte Länge von dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 nach außen vor. An sechs Stellen der zweiten Endplatten 24 sind Löcher 63 ausgebildet, um Verbindungsstangen einzusetzen (siehe Fig. 11).

In dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen sind eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a, die eine Verbindung für den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 120a der zweiten Endplatte 24, den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a und den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b des ersten Separators 34, sowie den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 120b der zweiten Endplatte 24 herstellt und die eine U-förmige Konfiguration hat; eine Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b, die eine Verbindung für den Brenngaseinlass 122a der zweiten Endplatte 24, den Brenngaseinlass 68a und den Brenngasauslass 68b des zweiten Separators 36 sowie den Brenngasauslass 122b der zweiten Endplatte 24 herstellt und die eine U-förmige Konfiguration hat; sowie eine Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c, die eine Verbindung für die Zufuhrschlauchleitung 134 der zweiten Endplatte 24, die Kühlmittel-Einlässe 70a bis 70b und die Kühlmittel-Auslässe 70e bis 70h des zweiten Separators 36 sowie die Abfuhrschlauchleitung 136 der zweiten Endplatte 24 herstellt und die eine U-förmige Konfiguration hat. Die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b sind an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung (Längsseitenrichtung) in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen.

Wie in den Fig. 10 und 13 gezeigt, sind die Kühlmittel-Einlassöffnung 128 und die Kühlmittel-Abfuhröffnung 132 an im Wesentlichen zentralen Abschnitten in der Oberfläche der zweiten Endplatte 24 angeordnet, d. h. an inneren Positionen in den oberen und unteren Richtungen und in den lin-

ken und rechten Richtungen in Bezug auf den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 120a, den Brenngaseinlass 122a, den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 120b und den Brenngasauslass 122b.

Wie in Fig. 7 gezeigt, ist der erste Brennstoffzellenstapel 12 in der Stapelrichtung (in Richtung von Pfeil A) mittels eines Festziehmechanismus 140 integral festgezogen und fixiert. Der Festziehmechanismus 140 umfasst eine Flüssigkeitskammer 142, die an der Außenseite der ersten Endplatte 16 vorgesehen ist, eine nicht komprimierbare Flüssigkeit zum Ausüben des Oberflächendrucks, beispielsweise Silikonöl 144, das in der Flüssigkeitskammer 142 eingeschlossen ist, sowie zwei Tellerfedern 146a bis 146c, die an der Außenseite der zweiten Endplatte 24 vorgesehen sind und die mit vorbestimmten Abständen in horizontaler Richtung voneinander angeordnet sind, um die zweite Endplatte 24 zur ersten Endplatte 16 hindrücken.

Eine Gegenplatte 148 ist gegenüber der ersten Endplatte 16 mit der dazwischen angeordneten Flüssigkeitskammer 142 angeordnet. Die Flüssigkeitskammer 142 ist zwischen der Gegenplatte 148 und einer dünnen Platte 150 aus Aluminium oder rostfreiem Stahl ausgebildet. Die Tellerfedern 146a bis 146c sind mit im Wesentlichen gleichen Abständen an der Oberfläche der zweiten Endplatte 24 angeordnet, und sie werden von einer Halteplatte 152 gestützt. Von der Halteplatte 152 bis zur Gegenplatte 148 sind sechs Verbindungsstangen 154 eingesetzt, so dass sie den ersten Brennstoffzellenstapel 12 durchdringen. Auf die Enden der Verbindungsstangen 154 sind Muttern 156 aufgeschraubt. Demzufolge wird der erste Brennstoffzellenstapel 12 als integrierter Bauteil zusammengehalten.

Wie in den Fig. 2 und 12 gezeigt, umfasst der Befestigungsmechanismus 30 Trägerabschnitte 160a, 160b, die integral an der Unterseite der ersten Endplatte 16 vorgesehen sind, und Lagerträger 162a, 162b, die an der Unterseite der zweiten Endplatte 24 durch Schrauben befestigt sind. Langlöcher 164a, 164b, die in der Stapelrichtung (in Richtung von Pfeil A) des ersten Brennstoffzellenstapels 12 länglich sind, sind jeweils in den Trägerabschnitten 160a, 160b ausgebildet. Andererseits sind in den Lagerträgern 162a, 162b jeweils Löcher 166a, 166b ausgebildet.

Den Langlöchern 164a, 164b bzw. den Löchern 166a, 166b sind jeweilige Gummilager 168 zugeordnet. Das Gummilager 168 ist mit oberen und unteren Schraubabschnitten 170a, 170b versehen. Ein Kragen 172 ist für den Schraubabschnitt 170a vorgesehen, der an dem oberen Abschnitt vorsteht. Der Kragen 172 ist von dort aus in das Langloch 164a, 164b eingesetzt, und auf den Schraubabschnitt 170a ist eine Mutter 174 geschraubt. An der Seite des Lagerträgers 162a, 162b ist der Schraubabschnitt 170a des Gummilagere 168 in das Loch 166a, 166b eingesetzt, und eine Mutter 174 ist auf das Vorderende davon aufgeschraubt. Die Schraubabschnitte 170b, die an der Unterseite der Gummilager 168 vorstehen, sind in die Befestigungsplatte 31 eingesetzt und daran mit Muttern 176 verschraubt. Hierdurch wird der erste Brennstoffzellenstapel 12 an dem Fahrzeug oder dergleichen befestigt.

Wie in Fig. 13 gezeigt, ist der zweite Brennstoffzellenstapel 14 symmetrisch in Bezug auf den oben beschriebenen ersten Brennstoffzellenstapel 12 aufgebaut. Die Kathodenelektrode 40 und die Anodenelektrode 42 sind an entgegengesetzten Seiten der Ionenaustauschermembran 38 angeordnet. Der zweite Stromenergie-Ableitanschluss 22, der als negative Elektrodenlektrode dient, ist an der Seite der ersten Endplatte 18 vorgesehen (siehe Fig. 14). Der zweite Brennstoffzellenstapel 14 ist im Prinzip genauso aufgebaut wie der erste Brennstoffzellenstapel 12. Gleiche Bauteile sind mit den gleichen Bezugszahlen versehen, und eine de-

taillierte Erläuterung davon ist weggelassen.

Wie in Fig. 15 gezeigt, ist der zweite Brennstoffzellenstapel 14 mit einer zweiten Leiterplatte 180 versehen. Die zweite Leiterplatte 180 ist mit einem zweiten Verbindungsplattenabschnitt 182 versehen, der sich unter dem zweiten Brennstoffzellenstapel 14 erstreckt und der benachbart dem ersten Verbindungsplattenabschnitt 106 der ersten Leiterplatte 82 des ersten Brennstoffzellenstapels 12 angeordnet ist. Für jeden der ersten und zweiten Verbindungsplattenabschnitte 106 und 182 ist ein Paar von Bolzenabschnitten 108a, 108b, 184a, 184b vorgesehen.

Mit den Bolzenabschnitten 108a, 184a bzw. Bolzenabschnitten 108b, 184b sind flexible Anschlüsse verbunden, z. B. Litzendrähte 186a, 186b. Der Litzendraht 186a, 186b bildet durch Verdrehen einer großen Anzahl dünner Leitungsdrähte eine netzförmige Konfiguration. Die Litzendrähte 186b, 186b sind jeweils mit Gummihüllen 188a, 188b abgedeckt.

Wie in Fig. 13 gezeigt, sind der Brenngaseinlass 122a und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 120b an einander benachbarten Positionen an den zweiten Endplatten 24, 26 angeordnet, um die ersten bzw. zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 zu bilden. Die Rohr/Schlauchanordnung 28 ist in die zweiten Endplatten 24, 26 eingebaut.

Wie in den Fig. 1 und 16 gezeigt, ist die Rohr/Schlauchanordnung 28 mit einem ersten Träger 190 versehen, der die jeweiligen Brenngaseinlässe 122a der zweiten Endplatten 24, 26 abdeckt, um die parallel zueinander angeordneten ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 aufzubauen, und der integral an den zweiten Endplatten 24, 26 befestigt ist. Der erste Träger 190 ist mit Brenngaszufuhrrohren 192a, 192 versehen, die mit den jeweiligen Brenngaseinlässen 122a in Verbindung stehen. Die Brenngaszufuhrrohre 192a, 192b vereinigen sich zu einer Verbindung mit einer Brenngas-Zufuhröffnung 194.

Ein zweiter Träger 196 ist an den zweiten Endplatten 24, 26 befestigt, wobei er die jeweiligen Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässe 120b abdeckt. Vorderenden von Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhrrohren 198a, 198b, die mit den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässen 120b in dem zweiten Träger 196 in Verbindung stehen, stehen jeweils integriert mit einer Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung 200 in Verbindung.

Dritte und vierte Träger 202, 204 sind mit den zweiten Endplatten 24, 26 verbunden, während sie die jeweiligen Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässe 120a und die Brenngasauslässe 122b abdecken. Beide Enden des eines Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhrrohrs 206, die mit den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässen 120a in Verbindung stehen, stehen mit den dritten und vierten Trägern 202, 204 in Verbindung. Eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung 208 ist an einem mittleren Abschnitt des Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhrrohrs 206 vorgesehen. Beide Enden eines Brenngasabfuhrrohrs 210, die mit den Brenngasauslässen 122b in Verbindung stehen, stehen mit den dritten und vierten Trägern 202, 204 in Verbindung. Eine Brenngas-Abfuhröffnung 212 ist an einem mittleren Abschnitt des Brenngasabfuhrrohrs 210 vorgesehen.

Beide Enden eines Kühlmittel-Zufuhrrohrs 214 sind mit den jeweiligen Zufuhrrohrleitungen 134 der zweiten Endplatten 24, 26 verbunden. Das Kühlmittel-Zufuhrrohr 214 ist mit einer Kühlmittel-Zufuhröffnung 216 versehen. Ein Kühlmittel-Abfuhrrohr 218 ist mit den jeweiligen Abfuhrrohrleitungen 136 der zweiten Endplatten 24, 26 verbunden. Das Kühlmittel-Abfuhrrohr 218 ist mit einer Kühlmittel-Abfuhröffnung 220 versehen.

Nachfolgend wird der Betrieb des so aufgebauten Brennstoffzellensystems 10 beschrieben.

Wie in Fig. 1 gezeigt, wird das Brenngas (zum Beispiel

ein durch Reformieren von Kohlenwasserstoff erhaltenes wasserstoffhaltiges Gas) von der Brenngas-Zufuhröffnung 194 zur Bildung der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrpassage 138b zu dem Brennstoffzellensystem 10 geleitet. Die Luft oder das Gas mit Sauerstoff (nachfolgend einfach als "Luft" bezeichnet) als das sauerstoffhaltige Gas wird der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung 208 zugeführt, um die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a zu bilden. Das Kühlmittel wird zur Kühlmittel-Zufuhröffnung 216 geleitet, um die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c zu bilden.

Das Brenngas, welches der Brenngas-Zufuhröffnung 194 zugeführt wird, strömt durch die Brenngaszufuhrrohre 192a, 192b und wird den jeweiligen Brenngaseinlässen 122a der zweiten Endplatten 24, 26 zur Bildung der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 zugeführt. Das Brenngas wird von den jeweiligen Brenngaseinlässen 68a der zweiten Separatoren 36 in die ersten Brenngaskanalnuten 72 eingeführt. Wie in Fig. 5 gezeigt, bewegt sich das Brenngas, welches den ersten Brenngaskanalnuten 72 zugeführt wird, in Schwerkraftrichtung, während es in horizontaler Richtung entlang der Oberfläche 36a des zweiten Separators 36 mäandriert.

Bei diesem Prozess tritt das Wasserstoffgas in dem Brenngas durch die zweite Gasdiffusionsschicht 46 und wird der Anodenelektrode 42 der Brennstoffzelleneinheit 42 zugeführt. Nichtgenutztes Brenngas wird der Anodenelektrode 42 zugeführt, während es sich entlang den ersten Gaskanalnuten 72 bewegt. Das nichtgenutzte Brenngas wird von dem Brenngasauslass 68b über die zweiten Brenngaskanalnuten 73 abgegeben. Das nichtgenutzte Brenngas tritt durch die jeweiligen Brenngasauslässe 122b der zweiten Endplatten 24, 26 und wird in das Brenngasabfuhrrohr 210 eingeleitet. Das Brenngas wird aus dem Brennstoffzellensystem 10 durch eine Brenngas-Abfuhröffnung 212 abgegeben.

Andererseits wird die Luft, die der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung 208 zugeführt wird, über das Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhrrohr 206 zu den jeweiligen Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässen 120a geführt, die für die zweiten Endplatten 24, 26 vorgesehen sind. Die Luft wird weiter den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässen 56a der ersten Separatoren 34 zugeführt, die in den ersten und zweiten Brennstoffzellenstapeln 12, 14 enthalten sind (siehe Fig. 3). In dem ersten Separator 34 wird die Luft, die dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a zugeführt wird, in die erste Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 62 in der Oberfläche 34a eingeführt. Die Luft bewegt sich dann in Schwerkraftrichtung, während sie in horizontaler Richtung entlang den ersten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 62 mäandriert.

Hierbei wird das Sauerstoffgas in der Luft von der ersten Gasdiffusionsschicht 44 zu der Kathodenelektrode 40 geleitet. Andererseits wird die nichtgenutzte Luft von dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b über die zweiten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 65 abgegeben. Die Luft, die zu den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässen 56b abgegeben wurde, strömt durch die Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässe 120b, die für die zweiten Endplatten 24, 26 vorgesehen sind, und wird über die Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhrrohre 198a, 198b von der Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung 200 abgegeben (s. Fig. 1).

Daher wird in den ersten und zweiten Brennstoffzellenstapeln 12, 14 elektrische Energie erzeugt. Die elektrische Energie wird einer Last zugeführt, beispielsweise einem nichtdargestellten Motor, der zwischen den ersten und zweiten Stromenergie-Ableitanschlüssen 20, 22 anzuschließen ist, die voneinander verschiedene Charakteristiken haben.

Die Innenseite der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 wird durch das Kühlmittel wirkungsvoll ge-

kühlt. Das heißt, das Kühlmittel, welches der Kühlmittel-Zufuhröffnung 216 zugeführt wird, wird von dem Kühlmittel-Zufuhrrohr 214 in die Zufuhrrohrleitungen 134 eingeführt, die für die zweiten Endplatten 24, 26 vorgesehen sind. Wie in Fig. 11 gezeigt, wird das Kühlmittel in die Kühlmittel-Einlaßöffnung 128 der zweiten Endplatten 24, 26 eingeführt. Das Kühlmittel wird von den mehreren zweiten Nuten 126b durch die ersten Nuten 126a zu den ersten Kühlmittelkanalnuten 124a bis 124d geleitet.

Das Kühlmittel, welches in die ersten Kühlmittelkanalnuten 124a bis 124d eingeführt wird, wird in die Kühlmittel-Einlässe 70a bis 70d eingeführt, die an der Unterseite des zweiten Separators 36 ausgebildet sind. Wie in Fig. 6 gezeigt, bewegt sich das Kühlmittel von der Unterseite zur Oberseite durch die Kühlmittelkanäle 74a bis 74d, die mit den Kühlmittel-Einlässen 70a bis 70d in Verbindung stehen. Das Kühlmittel, welches durch die Kühlmittelkanäle 74a bis 74d zum Kühlen der jeweiligen Brennstoffzelleneinheiten 32 hindurchgetreten ist, tritt durch die Kühlmittel-Auslässe 70e bis 70h und wird in die zweiten Kühlmittelkanalnuten 124e bis 124h der zweiten Endplatten 24, 26 eingeführt (siehe Fig. 11).

Das Kühlmittel, welches in die zweiten Kühlmittelkanalnuten 124e bis 124h eingeführt wird, wird von den ersten Nuten 130a über die zweiten Nuten 130b zu dem Kühlmittel-Auslass 132 geleitet. Das Kühlmittel tritt durch die Abfuhrrohrleitung 136 und wird von dort über das Kühlmittel-Abfuhrrohr 218 aus der Kühlmittel-Abfuhröffnung 220 abgegeben.

In der ersten Ausführung, wie in Fig. 10 gezeigt, sind zum Beispiel der Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a, der Brenngaseinlass 68a, der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b und der Brenngasauslass 68b an den oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung (in Richtung des Pfeils C) des ersten Brennstoffzellenstapels 12 vorgesehen. Ferner sind z. B. die Kühlmittel-Einlässe 70a bis 70d und die Kühlmittel-Auslässe 70e bis 70h an den unteren Abschnitten und den oberen Abschnitten an der langen Seite vorgesehen. Daher kann bei dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 die horizontale Länge länger sein als die vertikale Länge. Daher ist es möglich, einen ersten Brennstoffzellenstapel 12 mit einer kleinen Abmessung in der Höhenrichtung zu bauen.

Insbesondere sind in der ersten Ausführung die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b an den oberen und unteren Abschnitten beider Enden in Querrichtung (in Längsseitenrichtung) in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen und angeordnet. Die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c ist nicht an beiden Enden in Querrichtung in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen. Daher erhält man folgenden Effekt, dass man nämlich den ersten Brennstoffzellenstapel 12 so gestalten kann, dass er eine kleinere Abmessung in der Höhenrichtung hat. Das Brennstoffzellensystem 10 kann leichter in einem kleinen Raum untergebracht werden, beispielsweise unter dem Boden einer Fahrzeugkarosserie.

Ferner ist jeweils der Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a, der Brenngaseinlass 68a, der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b und der Brenngasauslass 68b so ausgestaltet, dass sie eine rechteckige Konfiguration haben, die in der Vertikalrichtung länglich ist. Daher werden die Strömungsraten des sauerstoffhaltigen Gases und des Brenngases im Vergleich zu einer kreisförmigen Konfiguration wirkungsvoll erhöht. Es ist möglich, das sauerstoffhaltige Gas und das Brenngas zuverlässig und verteilt der Kathodenelektrode 40 und der Anodenelektrode 42 jeder der Brennstoffzelleneinheiten 32 zuzuführen.

In der ersten Ausführung, wie in Fig. 6 gezeigt, bewegt sich das Kühlmittel von der Unterseite zur Oberseite entlang den Kühlmittelkanälen 74a bis 74d, die mit den Kühlmittel-Einlässen 70a bis 70d an der Unterseite des zweiten Separators 36 in Verbindung stehen. Danach wird das Kühlmittel zu den Kühlmittel-Auslässen 70e bis 70h abgegeben. Daher erhält man folgenden Vorteil. Das heißt, die Luft, die in dem Kühlmittel eingemischt vorhanden ist, bewegt sich gleichmäßig und zuverlässig von der Unterseite zur Oberseite entlang den Kühlmittelkanälen 74a bis 74d. Daher wird der Lüftungsprozess besonders wirkungsvoll.

Die Kühlmittelkanäle 74a bis 74d sind in der kurzen Seitenrichtung (in Schwerkraftichtung) des zweiten Separators 36 vorgesehen. Daher erhält man folgenden Effekt. Das heißt, der Fließweg des Kühlmittels in der Oberfläche 36a des zweiten Separators 36 wird verkürzt, und der Druckverlust sinkt. Es ist möglich, das Auftreten einer Temperatur(ungleich)-Verteilung in der energieerzeugenden Oberfläche zu senken. Der Kühleffekt durch das Kühlmittel wird wesentlich verbessert.

In der ersten Ausführung, wie in den Fig. 11 und 13 gezeigt, sind die Kühlmittel-Einlaßöffnung 128 und die Kühlmittel-Abfuhröffnung 132 an angenähert zentralen Abschnitten der Oberfläche 24a der zweiten Endplatte 24 vorgesehen und angeordnet. Das Kühlmittel, welches in die Kühlmittel-Einlaßöffnung 128 eingeführt wird, wird verteilt den Kühlmittel-Einlässen 70a bis 70d zugeführt. Andererseits wird das Kühlmittel, welches durch die Kühlmittel-Auslässe 70e bis 70h abgegeben wird, gemeinsam zu der Kühlmittel-Abfuhröffnung 132 geleitet. Daher kann die Rohrstruktur für das Kühlmittel wesentlich vereinfacht werden. Die Abmessung in der Höhenrichtung des ersten Brennstoffzellenstapels 12 kann leichter verkürzt werden. Daher kann das Brennstoffzellensystem 10 besonders dünnwandig ausgeführt werden. Beispielsweise ist es möglich, das Brennstoffzellensystem 10 problemlos unter dem Boden einer Fahrzeugkarosserie unterzubringen.

In der ersten Ausführung sind die Löcher 63 zwischen den Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitungen 138c in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 ausgebildet und angeordnet. Die Verbindungsstangen 154 sind in die Löcher 63 eingesetzt, um den ersten Brennstoffzellenstapel 12 integral zusammenzuhalten. Daher ist es möglich, restliche Abschnitte der ersten und zweiten Separatoren 34, 36 wirkungsvoll zu nutzen. Ferner kann der gesamte erste Brennstoffzellenstapel 12 so ausgestaltet werden, dass er in der Höhenrichtung eine kleine Abmessung hat.

In der ersten Ausführung, wie in Fig. 13 gezeigt, sind die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a, die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b sowie die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen. Die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a, die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b sowie die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c sind in dem zweiten Brennstoffzellenstapel 14 symmetrisch zum oben beschriebenen ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen. Ferner sind der Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 120a, der Brenngaseinlass 122a, der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 120b und der Brenngasauslass 122b symmetrisch zueinander angeordnet, während sie an den oberen und unteren Abschnitten beider Enden in Querrichtung (Richtung von Pfeil C) für die zweiten Endplatten 24, 26 angeordnet sind, die als die identische vertikale Fläche der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapels 12, 14 dienen.

Wie in den Fig. 1 und 16 gezeigt, erhält man daher folgenden Effekt. Das heißt, die Brenngaszufuhrrohre 192a, 192b, welche die Verbindung zwischen den jeweiligen Brenngaseinlässen 122a der zweiten Endplatten 24, 26 her-

stellen, und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhrrohre 198a, 198b, welche die Verbindung zwischen den jeweiligen Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässen 120b herstellen, können so kurz wie möglich ausgeführt werden. Daher ist es möglich, die gesamte Rohr/Schlauchanordnung 28 wirkungsvoll zu vereinfachen. Ferner sind die Zufuhrrohrleitungen 134 und die Abfuhrrohrleitungen 136 für die zweiten Endplatten 24, 26 vorgesehen. Man erhält folgenden Vorteil. Das heißt, das Anbringen der Rohre für das sauerstoffhaltige Gas, das Brenngas und das Kühlmedium erfolgt in konzentrierter Weise an einer Fläche. Der Verlegeprozess der Rohre wird wirkungsvoll verbessert.

In der ersten Ausführung sind der Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 120a, der Brenngaseinlass 122a, der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 120b und der Brenngasauslass 122b an den oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung in der Oberfläche jeder der zweiten Endplatten 24, 26 vorgesehen. Die Kühlmittel-Zufuhröffnung 128 und die Kühlmittel-Abfuhröffnung 132 sind an den Stellen vorgesehen, die in Richtung nach oben und unten und in Richtung nach rechts und links einwärts angeordnet sind (s. Fig. 13). Daher ist es möglich, die Abmessung in der Höhenrichtung (Richtung von Pfeil B) der zweiten Endplatte 24, 26 so weit wie möglich zu verkürzen. Das Brennstoffzellensystem 10 kann so ausgestaltet werden, dass es eine geringe Höhe hat.

In dieser Anordnung sind die ersten und zweiten Stromenergie-Ableitanschlüsse 20, 22 an der vertikalen Oberfläche an der Seite der ersten Endplatten 16, 18 der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 vorgesehen. Es ist kein Vorsprung, wie etwa ein Verbindungsanschluss, an der Oberseite des Brennstoffzellensystems 10 vorhanden. Daher kann das Brennstoffzellensystem 10 so dünnwandig wie möglich ausgeführt werden. Der obere Abschnitt des Brennstoffzellensystems 10 ist flach ausgeführt, und es ist möglich, den Platz an der Oberseite wirkungsvoll zu nutzen. Es ist möglich, das Brennstoffzellensystem 10 insbesondere zum Einbau in ein Fahrzeug effektiv zu nutzen.

In der ersten Ausführung erfolgt das Anbringen der Rohre für die Rohr/Schlauchanordnung 28 an der Seite der zweiten Endplatten 24, 26 nach dem Zusammenbau der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14. Daher erhält man folgenden Effekt. Das heißt, der Zusammenbau wird insgesamt für das gesamte Brennstoffzellensystem 10 verbessert. Es ist möglich, das Brennstoffzellensystem 10 in kurzer Zeitdauer effizient zusammenzubauen.

In der ersten Ausführung sind die ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 in Stapelrichtung parallel angeordnet, um das Brennstoffzellensystem 10 zu bilden. Jedoch erhält man einen äquivalenten Effekt, wenn man nur den ersten Brennstoffzellenstapel 12 benutzt.

Fig. 17 zeigt Strömungskanäle, die die Fluidströmungen in einem Brennstoffzellenstapel 240 nach einer zweiten Ausführung darstellen, und Fig. 18 zeigt eine Explosions-Perspektivansicht von Hauptkomponenten des Brennstoffzellenstapels 240. Gleiche Bauteile wie in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 nach der ersten Ausführung sind mit den gleichen Bezugswerten versehen, und eine detaillierte Beschreibung wird weggelassen.

Jeder der ersten und zweiten Separatoren 242, 244 für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels 240 hat eine rechteckige Konfiguration. Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässe 56a, 66a und Brenngaseinlässe 58a, 68a sind an unteren Abschnitten an beiden Endrändern an kurzen Seiten 55b, 64b der ersten und zweiten Separatoren 242, 244 vorgesehen. Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässe 56b, 66b und Brenngasauslässe 58b, 68b sind an oberen Abschnitten beider Endränder an den kurzen Seiten 55b, 64b der ersten und zweiten Separatoren 242, 244 vorgesehen.

Zehn erste Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 62, die voneinander unabhängig sind und die mit dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a in Verbindung stehen, sind entgegen der Schwerkraftrichtung an einer Innenfläche 242a des ersten Separators 242 vorgesehen, während sie an der kurzen Seite 55b Kurven bilden und in der horizontalen Richtung mäandrieren. Die ersten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 62 münden in fünf Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 65. Die zweiten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 65 stehen mit dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b in Verbindung.

Wie in Fig. 19 gezeigt, sind erste Brenngaskanalnuten 72, die mit dem Brenngaseinlass 68a in Verbindung stehen, an einer Oberfläche 244a des zweiten Separators 244 ausgebildet. Die ersten Brenngaskanalnuten 72 sind entgegen der Schwerkraftrichtung vorgesehen, während sie an der kurzen Seite 64b Kurven bilden und in der horizontalen Richtung mäandrieren. Die ersten Brenngaskanalnuten 72 münden in fünf zweite Brenngaskanalnuten 73, und dann stehen die zweiten Brenngaskanalnuten 73 mit dem Brenngasauslass 68b in Verbindung.

Wie in Fig. 17 gezeigt, sind eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a, eine Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b und eine Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c in dem Brennstoffzellenstapel 240 vorgesehen. Die zufuhrseitigen Abschnitte sind an den unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung vorgesehen, während die auslassseitigen Abschnitte an den oberen Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung des Brennstoffzellenstapels 240 für die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b vorgesehen sind, genauso wie die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c.

In der wie oben aufgebauten zweiten Ausführung werden die Luft und das Brenngas der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b von den unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung im Brennstoffzellenstapel 240 zugeführt. Die Luft wird in die ersten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 62 in der Oberfläche 242a des ersten Separators 242 eingeführt und bewegt sich dann entgegen der Schwerkraftrichtung, während sie in horizontaler Richtung mäandriert. Die nichtgenutzte Luft wird durch die zweiten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 65 zum Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b abgegeben. Die Luft wird von dem oberen Abschnitt beider Enden in Querrichtung des Brennstoffzellenstapels 240 abgegeben.

Andererseits wird das Brenngas in die ersten Brenngaskanalnuten 72 in der Oberfläche 244a des zweiten Separators 244 eingeführt und bewegt sich entgegen der Schwerkraftrichtung, während sie in horizontaler Richtung mäandriert. Das nichtgenutzte Brenngas wird im oberen Abschnitt an beiden Enden in Querrichtung des Brennstoffzellenstapels 240 abgegeben.

Wie oben beschrieben, sind in der zweiten Ausführung die zufuhrseitigen Abschnitte an den unteren Abschnitten des Brennstoffzellenstapels 240 für die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b vorgesehen, und zwar in der gleichen Weise wie die zufuhrseitigen Abschnitte der Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c. Daher können die Temperaturen des Brenngases und der zuzuführenden Luft entsprechend der Temperatur des Kühlmittels an der Einlassseite gering festgelegt werden. Daher ist es möglich, den Befeuchtungsbetrag für das Brenngas und die Luft zu senken. Daher ist es einfach, die Befeuchtungsvorrichtung (nicht gezeigt) zum Befeuchten des Brenngases und der Luft zu miniaturisieren. Man erhält hierdurch den Effekt, die gesamte Ausrüstung vereinfachen und die Kosten reduzieren zu können.

Die auslassseitigen Abschnitte der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b sind an den oberen Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung des Brennstoffzellenstapels 240 vorgesehen. Wenn daher die Rohranordnung (nicht gezeigt), die mit dem Auslass jeweils der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b verbunden ist, an einer tieferen Position als der Auslass angeordnet ist, um einen etwaigen Gegenfluss von erzeugtem Wasser zu vermeiden, ist es möglich, den Platz in der Höhenrichtung effektiv zu nutzen. Daher erhält man folgenden Vorteil. Das heißt, auch wenn die Anordnungsfläche für den Brennstoffzellenstapel 240 die Bodenfläche ist, insbesondere im Falle der Verwendung an einem Fahrzeug, kann die Rohranordnung an der Auslassseite für die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b deutlich tiefer angeordnet werden.

In einem erfindungsgemäßen ersten Brennstoffzellenstapel 12 sind ein Brenngaseinlass 68a, ein Brenngasauslass 68b, ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a, ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b und andere Komponenten vorgesehen, die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung angeordnet sind. Eine Mehrzahl von Kühlmittel-Einlässen 70a bis 70d, eine Mehrzahl von Kühlmittel-Auslässen 70e bis 70h und andere Komponenten sind an unteren Abschnitten an der Längsseite bzw. an oberen Abschnitten an der Längsseite vorgesehen. Ein Kühlmittel fließt von den unteren Abschnitten zu den oberen Abschnitten durch Kühlmittelkanäle 74a bis 74d, um die Energieerzeugungsoberfläche gleichmäßig und zuverlässig zu kühlen.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenstapel, umfassend: eine Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32), die jeweils eine Festpolymer-Ionenaustauschermembran (38) aufweisen, die zwischen einer Anodenelektrode (42) und einer Kathodenelektrode (40) angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32) mit zwischen sie eingreifenden Separatoren (34, 36) in horizontaler Richtung gestapelt ist, wobei: die Brennstoffzelleneinheit (32) so aufgebaut ist, dass sie eine rechteckige Konfiguration hat, deren horizontale Länge länger ist als deren vertikale Länge; und eine Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a), die zum Zuführen von Brenngas bzw. sauerstoffhaltigem Gas zu den jeweiligen Brennstoffzelleneinheiten (32) dienen, an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung in dem Brennstoffzellenstapel vorgesehen und angeordnet sind.
2. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: zufuhrseitige Abschnitte der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) an unteren Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind; und abfuhrseitige Abschnitte der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) an oberen Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind.
3. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: eine Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung (138c) zum Zuführen von Kühlmittelmedium an oberen und unteren Ab-

schnitten an einer langen Seite des Brennstoffzellenstapels vorgesehen und angeordnet ist; ein zufuhrseitiger Abschnitt der Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung (138c) an dem unteren Abschnitt der langen Seite vorgesehen ist; und ein abfuhrseitiger Abschnitt der Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung (138c) an dem oberen Abschnitt der langen Seite vorgesehen ist.

4. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass:

zufuhrseitige Abschnitte der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) an unteren Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind; und abfuhrseitige Abschnitte der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) an oberen Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind.

5. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass:

eine Brenngas-Zufuhröffnung (58a) und eine Brenngas-Abfuhröffnung (58b), die mit der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) in Verbindung stehen, sowie eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) und eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b), die mit der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) in Verbindung stehen, an den oberen und unteren Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind; und

jede der Brenngas-Zufuhröffnung (58a), der Brenngas-Abfuhröffnung (58b), der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b) so ausgestaltet ist, dass sie eine rechteckige Konfiguration hat, deren vertikale Länge länger ist als deren horizontale Länge.

6. Brennstoffzellenstapel, umfassend: eine Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32), die jeweils eine Festpolymer-Ionenaustauschermembran (38) aufweisen, die zwischen einer Anodenelektrode (42) und einer Kathodenelektrode (40) angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32) mit zwischen sie eingreifenden Separatoren (34, 36) in horizontaler Richtung gestapelt ist, wobei:

die Brennstoffzelleneinheit (32) so aufgebaut ist, dass sie eine rechteckige Konfiguration hat, deren horizontale Länge länger ist als deren vertikale Länge; wobei der Brennstoffzellenstapel ferner umfasst:

eine Brenngas-Zufuhröffnung (68a), eine Brenngas-Abfuhröffnung (68b), eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) sowie eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b), die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung in dem Brennstoffzellenstapel vorgesehen und angeordnet sind;

eine Mehrzahl kontinuierlicher Brenngaskanäle (72, 73), die an einer kurzen Seite Kurven bilden, um eine Verbindung zwischen der Brenngas-Zufuhröffnung (68a) und der Brenngas-Abfuhröffnung (68b) herzustellen, um der Anodenelektrode (42) Brenngas zuzuführen;

eine Mehrzahl kontinuierlicher Sauerstoffhaltiges-Gaskanäle (62, 65), die an der kurzen Seite Kurven bilden, um eine Verbindung zwischen der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b) herzustellen, um der Katho-

denelektrode (40) sauerstoffhaltiges Gas zuzuführen; eine Mehrzahl von Kühlmittel-Zufuhröffnungen (70a bis 70d), die separat voneinander an unteren Abschnitten an einer langen Seite des Brennstoffzellenstapels vorgesehen sind; eine Mehrzahl von Kühlmittel-Abfuhröffnungen (70e bis 70h), die separat voneinander an oberen Abschnitten der langen Seite in dem Brennstoffzellenstapel vorgesehen sind; und Kühlmittelkanäle (74a bis 74d), um eine Verbindung zwischen den Kühlmittel-Zufuhröffnungen (70a bis 70d) und den Kühlmittel-Abfuhröffnungen (70e bis 70h) herzustellen, um zu ermöglichen, dass Kühlmittel von dem unteren Abschnitt zu dem oberen Abschnitt fließt.

7. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlmittelkanäle (74a bis 74d) Kanalnuten (78) umfassen, die in Schwerkraft-richtung parallel sind und die um vorbestimmte Abstände voneinander getrennt sind.

8. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass: die Brenngas-Zufuhröffnung (68a) und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) an den unteren Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung vorgesehen sind; die Brenngas-Abfuhröffnung (68b) und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b) an den oberen Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung vorgesehen sind; und ermöglicht wird, dass das Brenngas und das sauerstoffhaltige Gas von den unteren Abschnitten zu den oberen Abschnitten durch die Brenngaskanäle (72, 73) und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanäle (62, 65) fließen.

9. Brennstoffzellenstapel nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kühlmittel-Zufuhröffnungen (70a bis 70d) und zwischen den Kühlmittel-Abfuhröffnungen (70e bis 70h) Durchgangslöcher (63) ausgebildet sind, und dass in die Durchgangslöcher (63) Befestigungsbolzen (154) eingesetzt sind, um den Brennstoffzellenstapel in integrierter Weise zu befestigen.

10. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine einzelne Kühlmittel-Einlaßöffnung (128), die mit der Mehrzahl von Kühlmittel-Zufuhröffnungen (70a bis 70d) in Verbindung steht, sowie eine einzelne Kühlmittel-Abfuhröffnung (132), die mit der Mehrzahl von Kühlmittel-Abfuhröffnungen (70e bis 70h) in Verbindung steht, an im Wesentlichen zentralen Abschnitten einer vertikalen Oberfläche (24a) einer Endplatte (24) vorgesehen sind, die an einem Ende in Stapelrichtung des Brennstoffzellenstapels angeordnet ist.

11. Brennstoffzellensystem, versehen mit Brennstoffzellenstapeln, die jeweils eine Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32) aufweisen, die jeweils eine Festpolymer-Ionenaustauschermembran (38) aufweisen, die zwischen einer Anodenelektrode (42) und einer Kathodenelektrode (40) angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32) in horizontaler Richtung mit zwischen sie eingreifenden Separatoren (34, 36) gestapelt ist, wobei das Brennstoffzellensystem umfasst: erste und zweite der Brennstoffzellenstapel (12, 14), die in Stapelrichtung parallel zueinander angeordnet sind; erste und zweite Stromenergie-Ableitanschlüsse (20, 22), deren einer eine positive Elektrode ist, deren ande-

rer eine negative Elektrode ist, und die an einander benachbarten vertikalen Oberflächen an ersten Enden der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel (12, 14) angeordnet sind; eine Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b), eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) sowie eine Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung (138c), die jeweils symmetrisch in den ersten und zweiten Brennstoffzellenstapeln (12, 14) vorgesehen sind; und eine Brenngas-Zufuhröffnung (122a), eine Brenngas-Abfuhröffnung (122b), eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (120a) sowie eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (120b), die jeweils symmetrisch vorgesehen sind und die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung an einander benachbarten vertikalen Fläche an zweiten Enden der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel (12, 14) angeordnet sind.

12. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kühlmittel-Zufuhröffnung (128) und eine Kühlmittel-Abfuhröffnung (132) an inneren Positionen in oberen und unteren Richtungen und in rechten und linken Richtungen in Bezug auf die Brenngas-Zufuhröffnung (122a) vorgesehen und angeordnet sind, wobei die Brenngas-Abfuhröffnung (122b), die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (120a) und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (124b) in der vertikalen Oberfläche an dem zweiten Ende vorgesehen sind.

13. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine Rohranordnung (28) zur Herstellung einer Verbindung zwischen den Brenngas-Zufuhröffnungen (122a), zwischen den Brenngas-Abfuhröffnungen (122b), zwischen den Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnungen (120a) sowie zwischen den Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnungen (120b), die für die ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel (12, 14) vorgesehen sind.

Hierzu 19 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

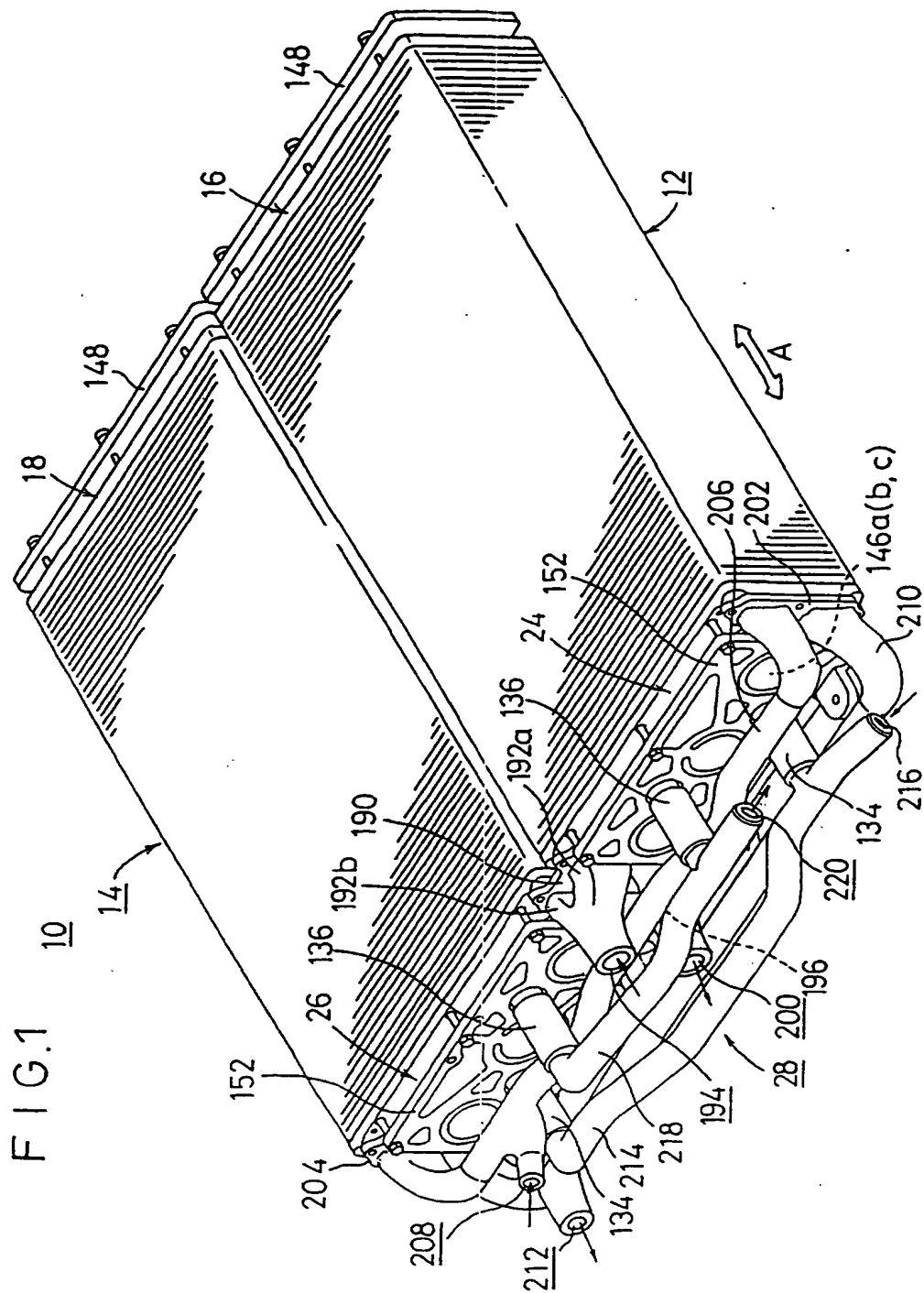


FIG. 2

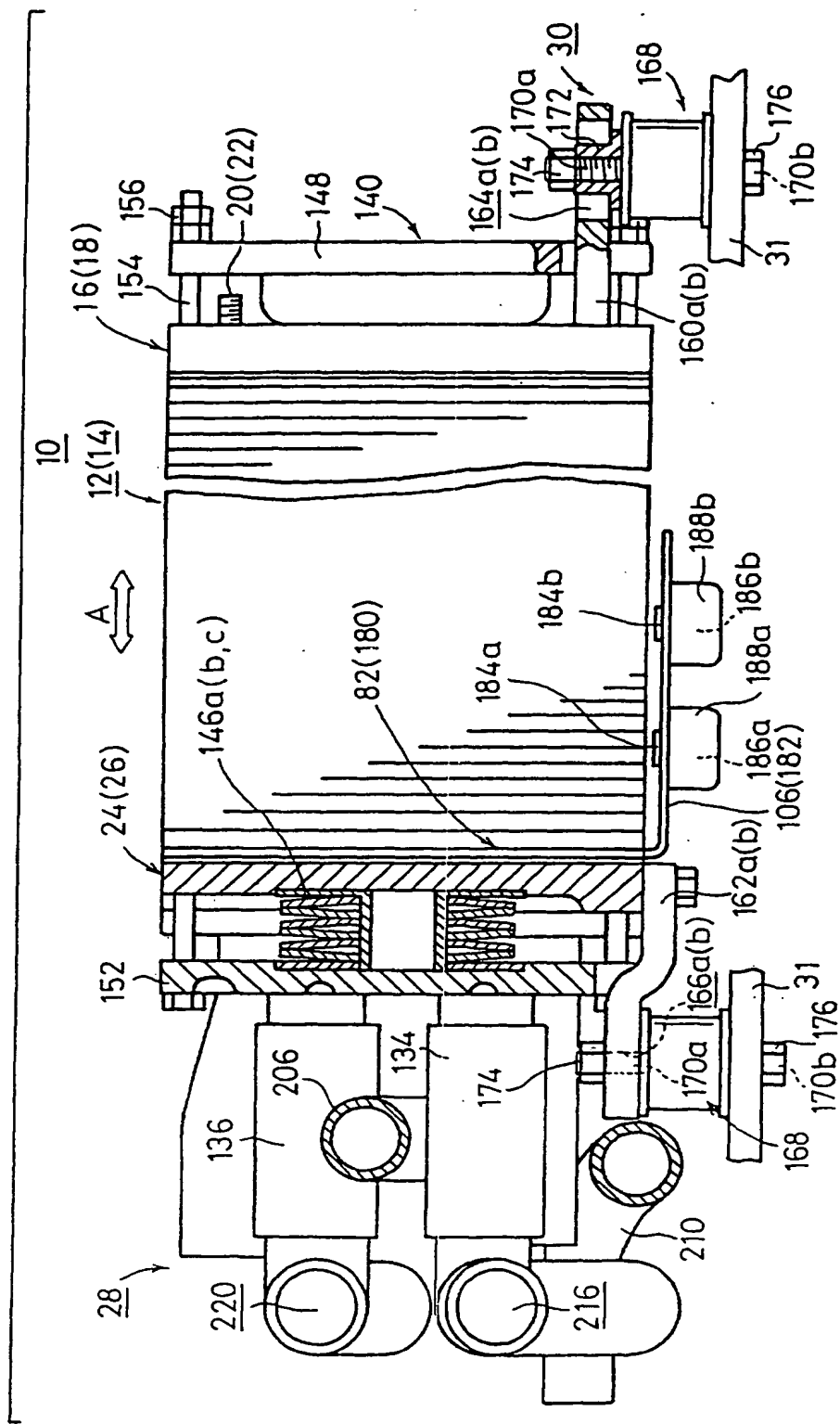


FIG.3

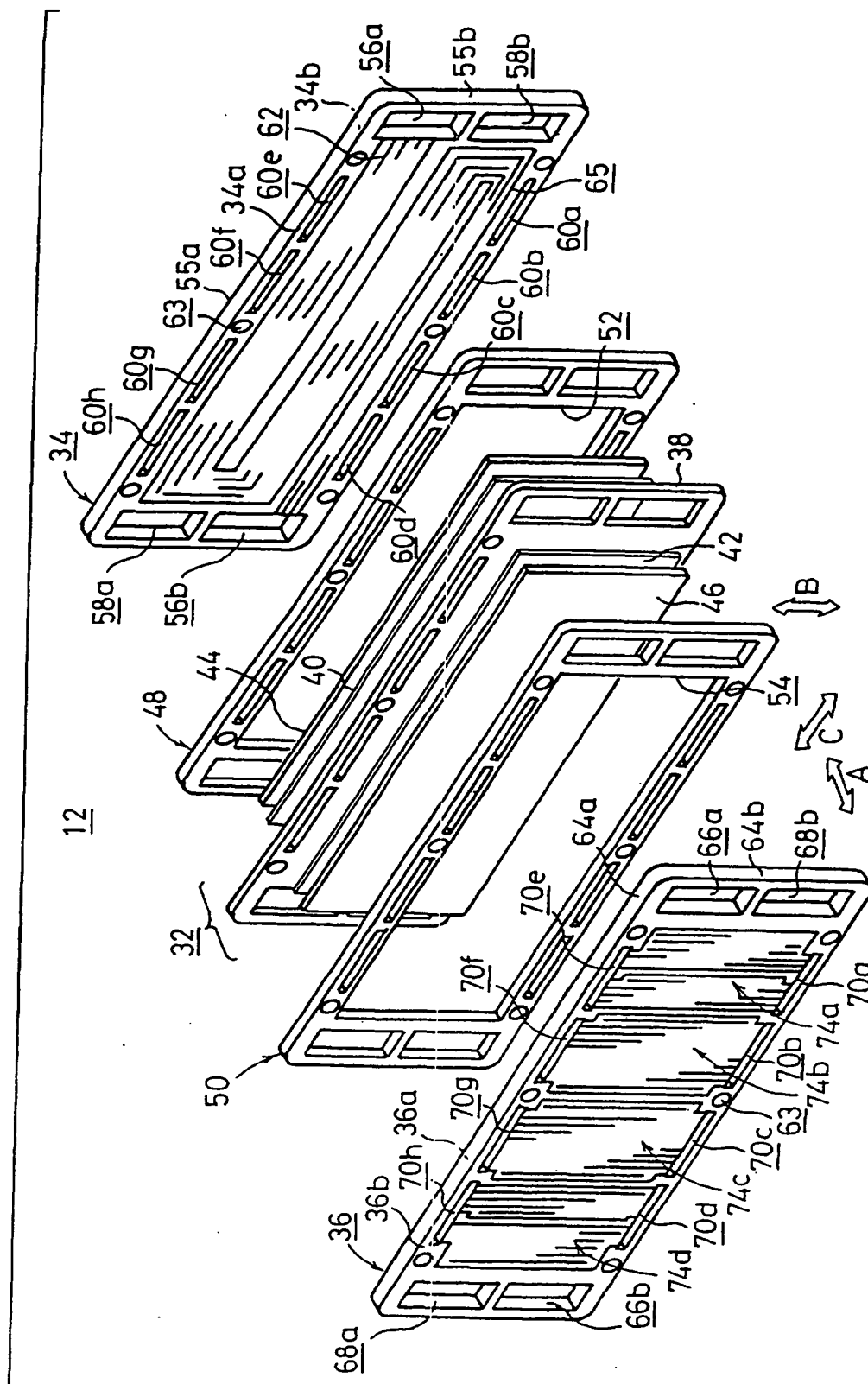
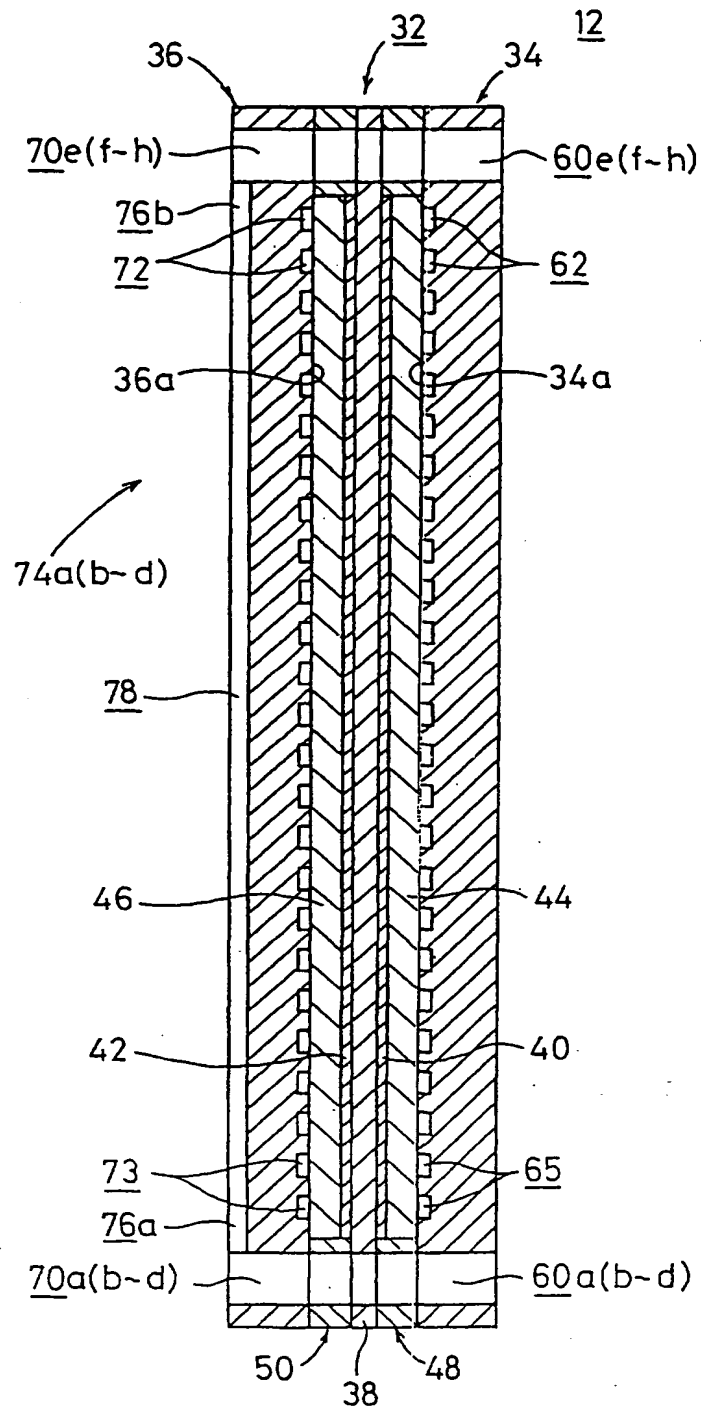


FIG. 4



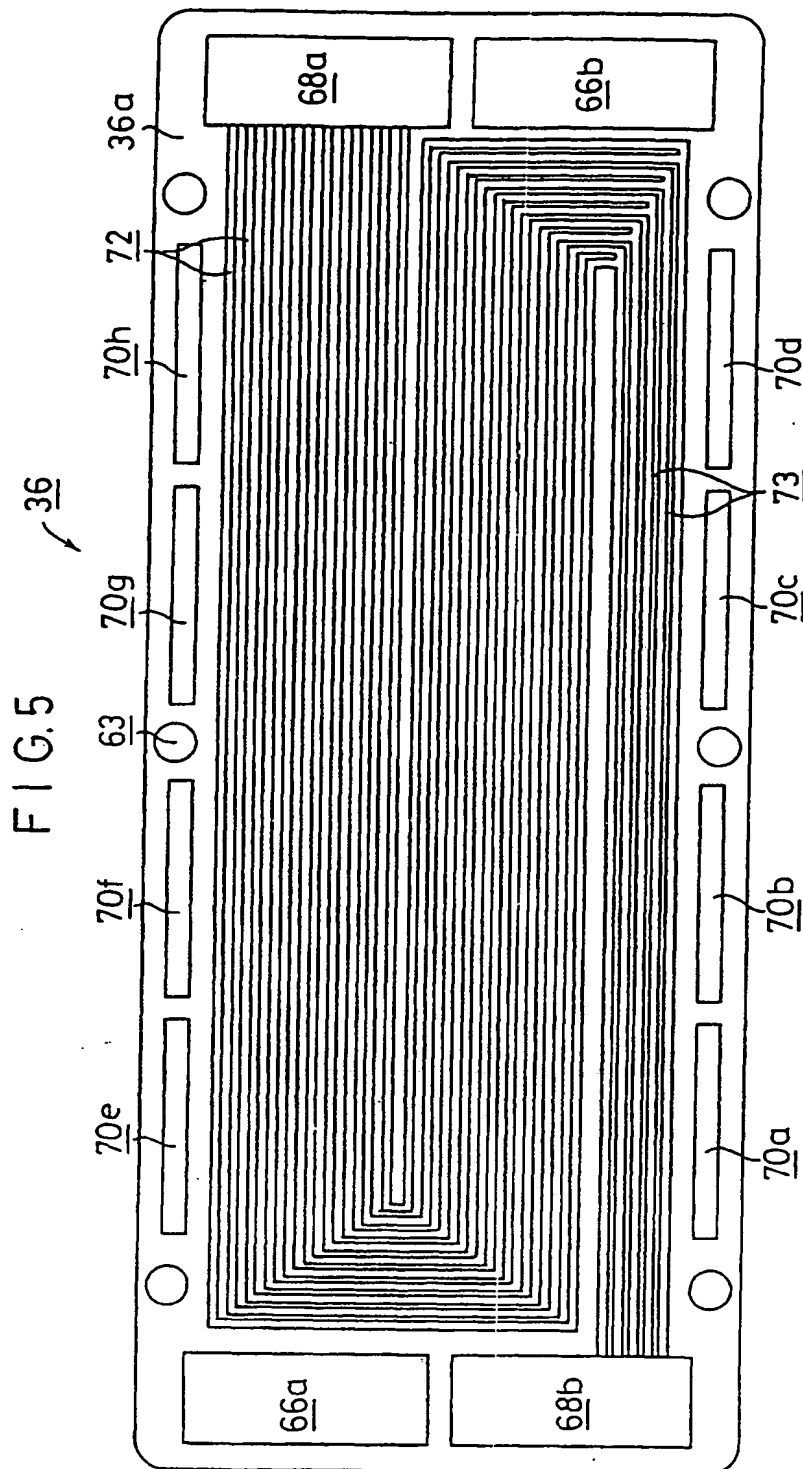
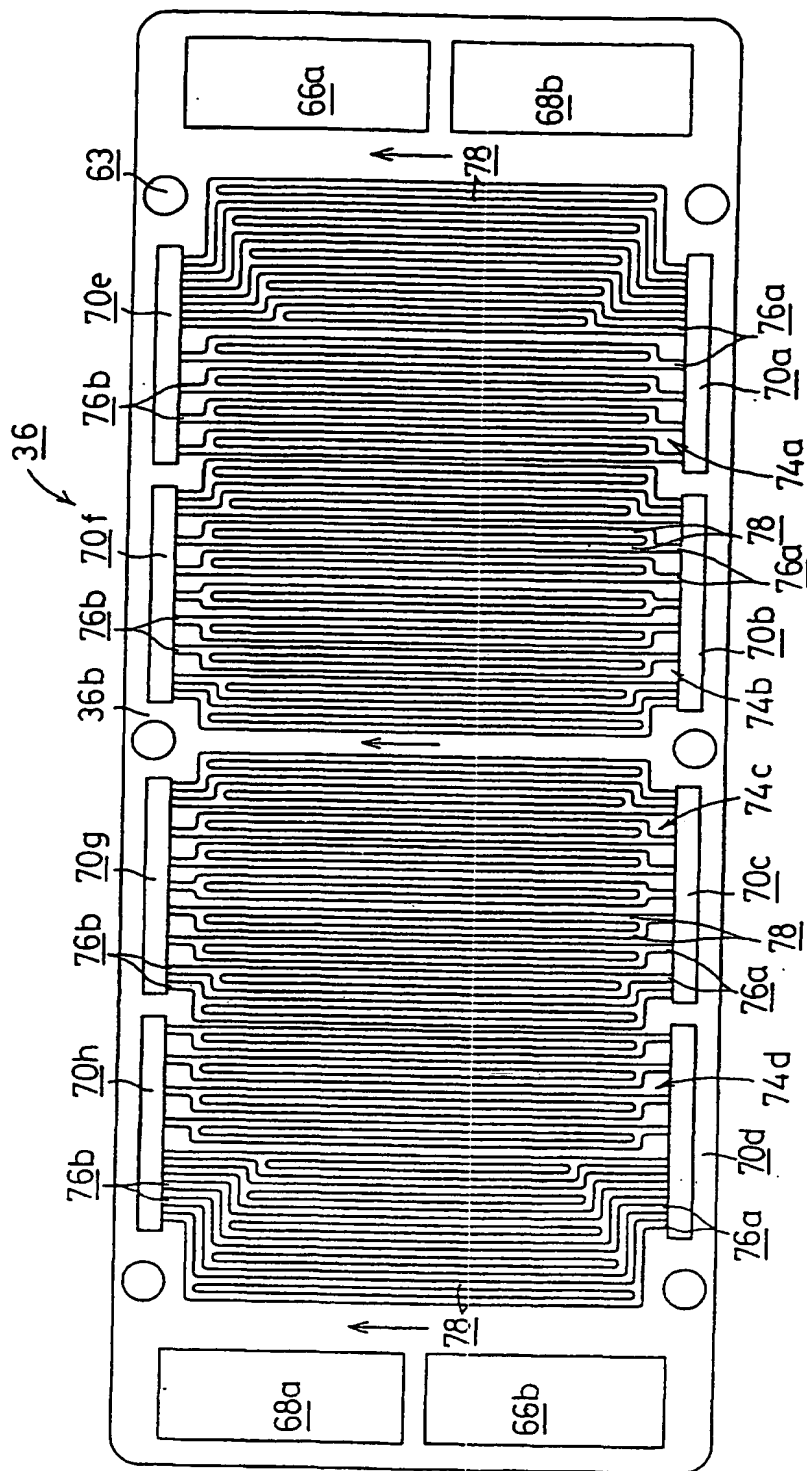


FIG. 6



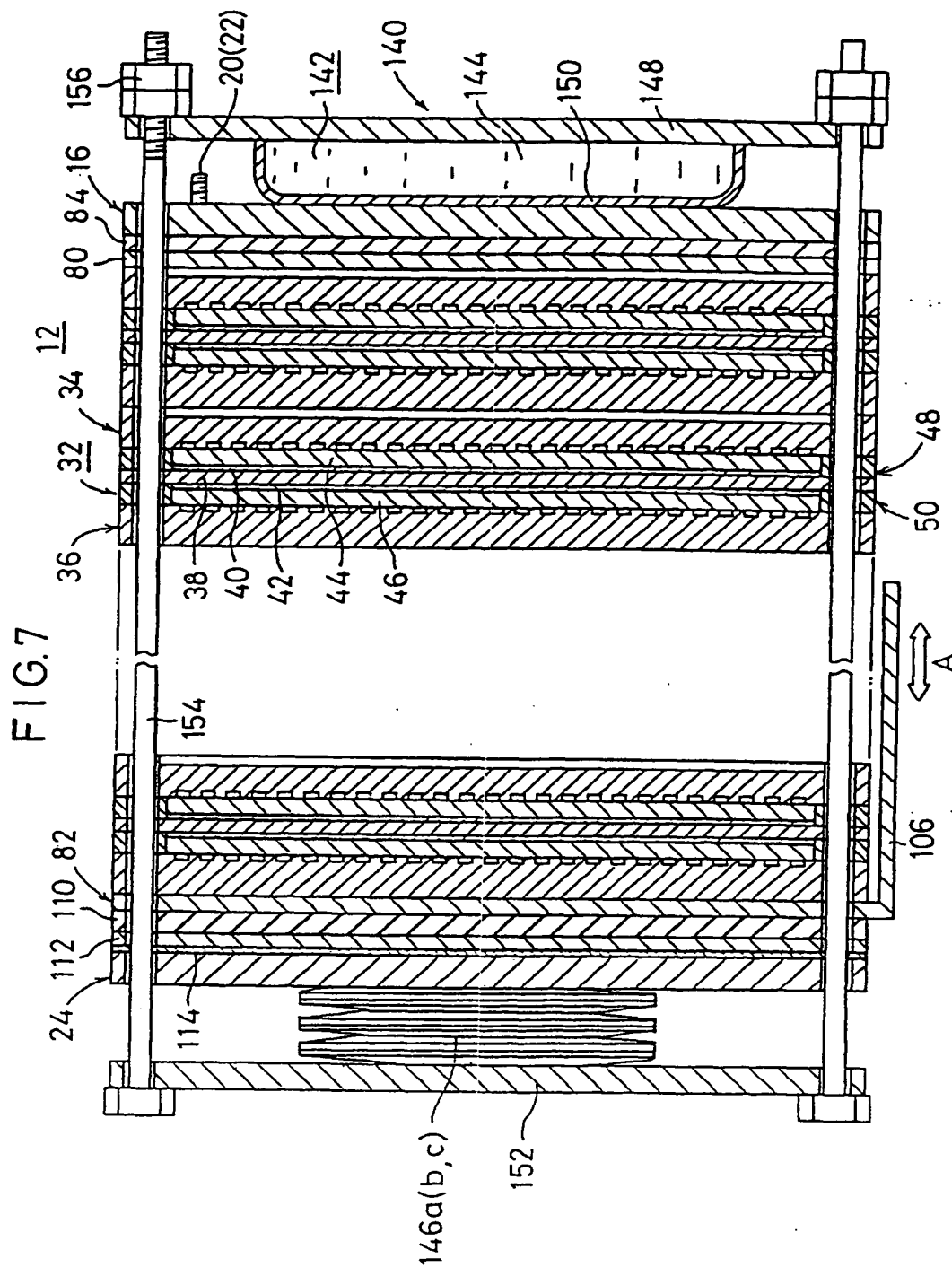


FIG. 8

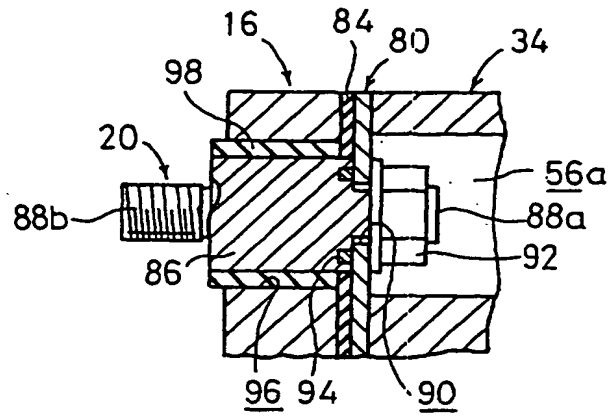


FIG. 9

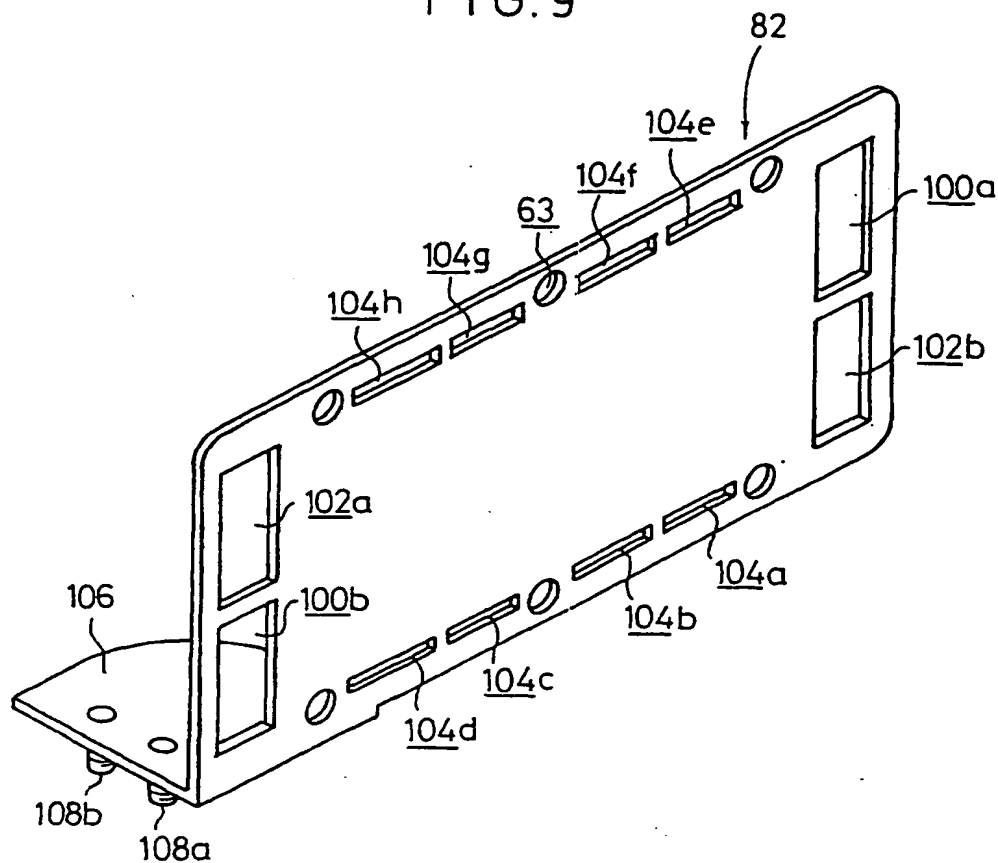


FIG.11

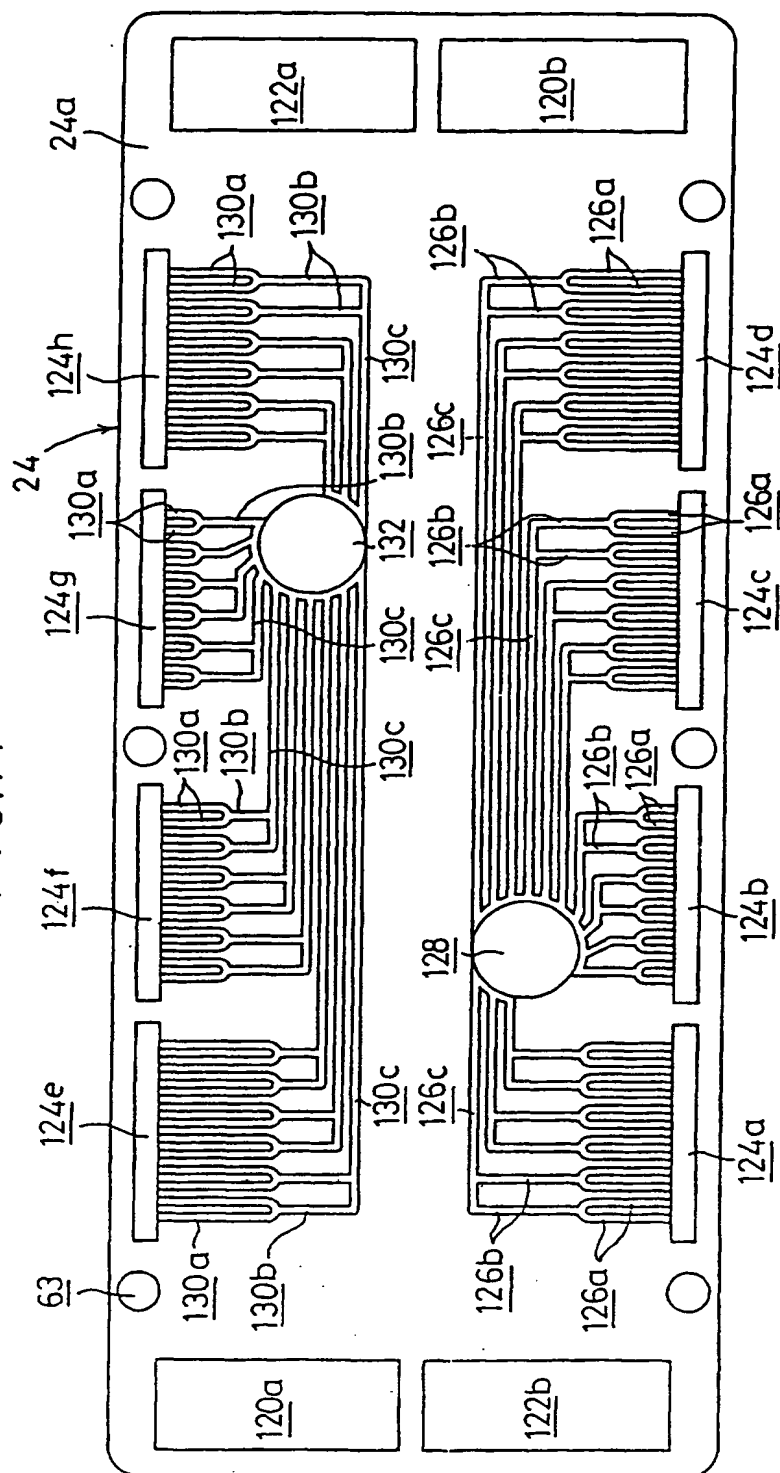
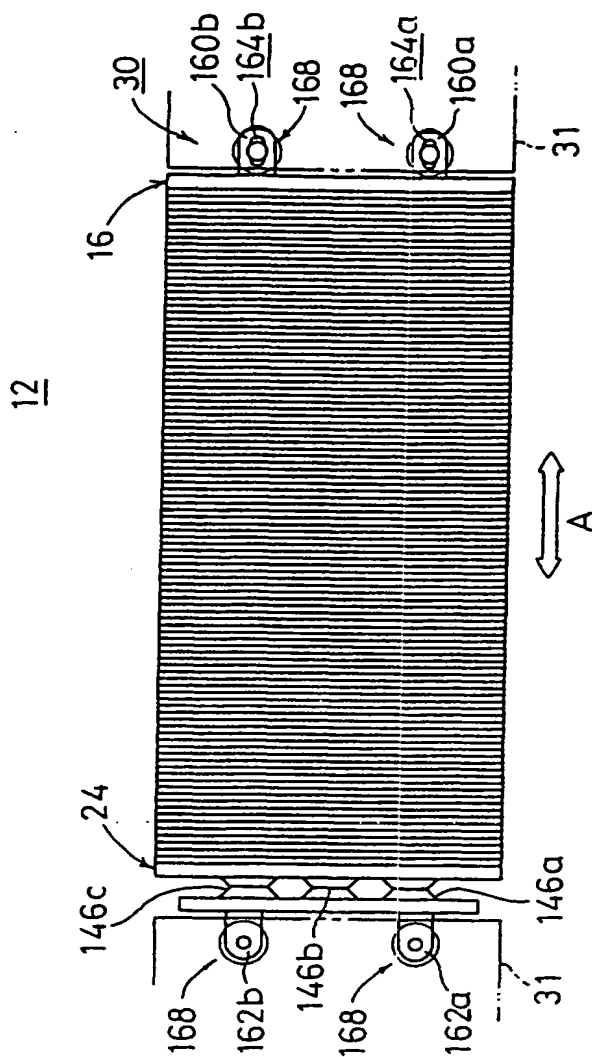
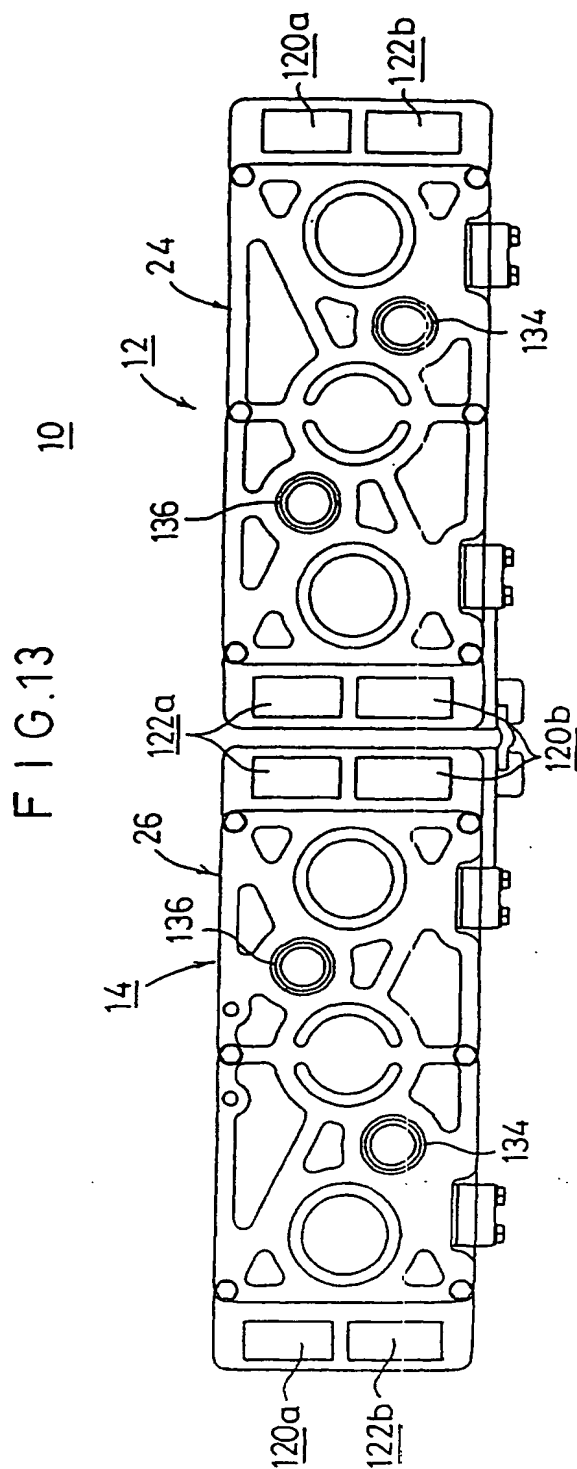
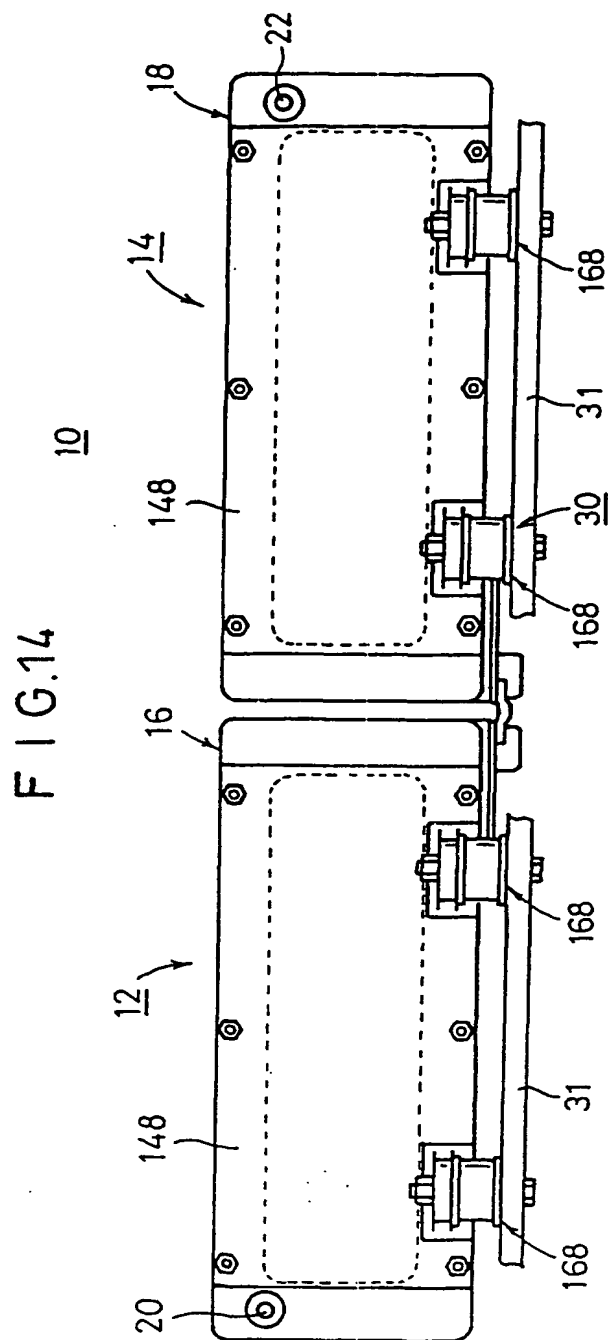


FIG.12







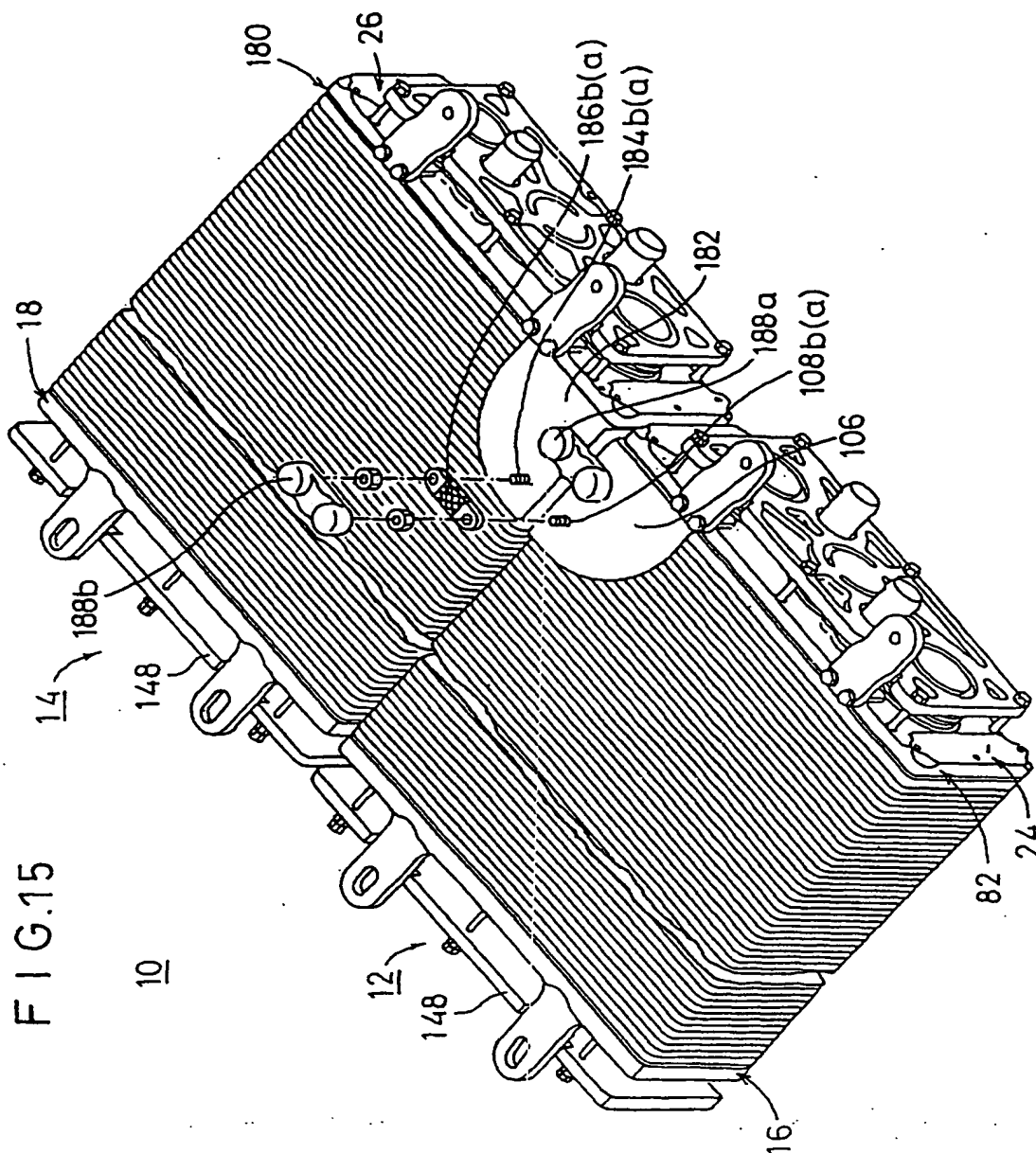
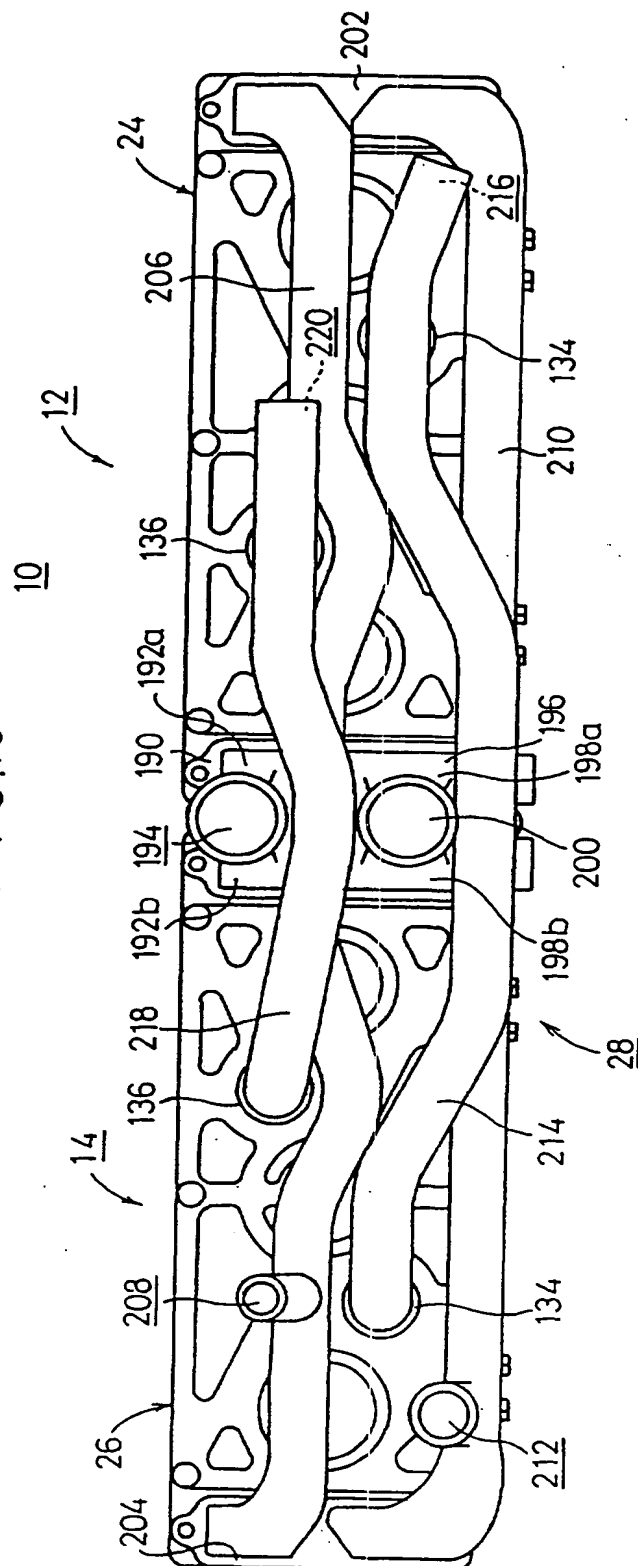


FIG. 15

F I G. 16



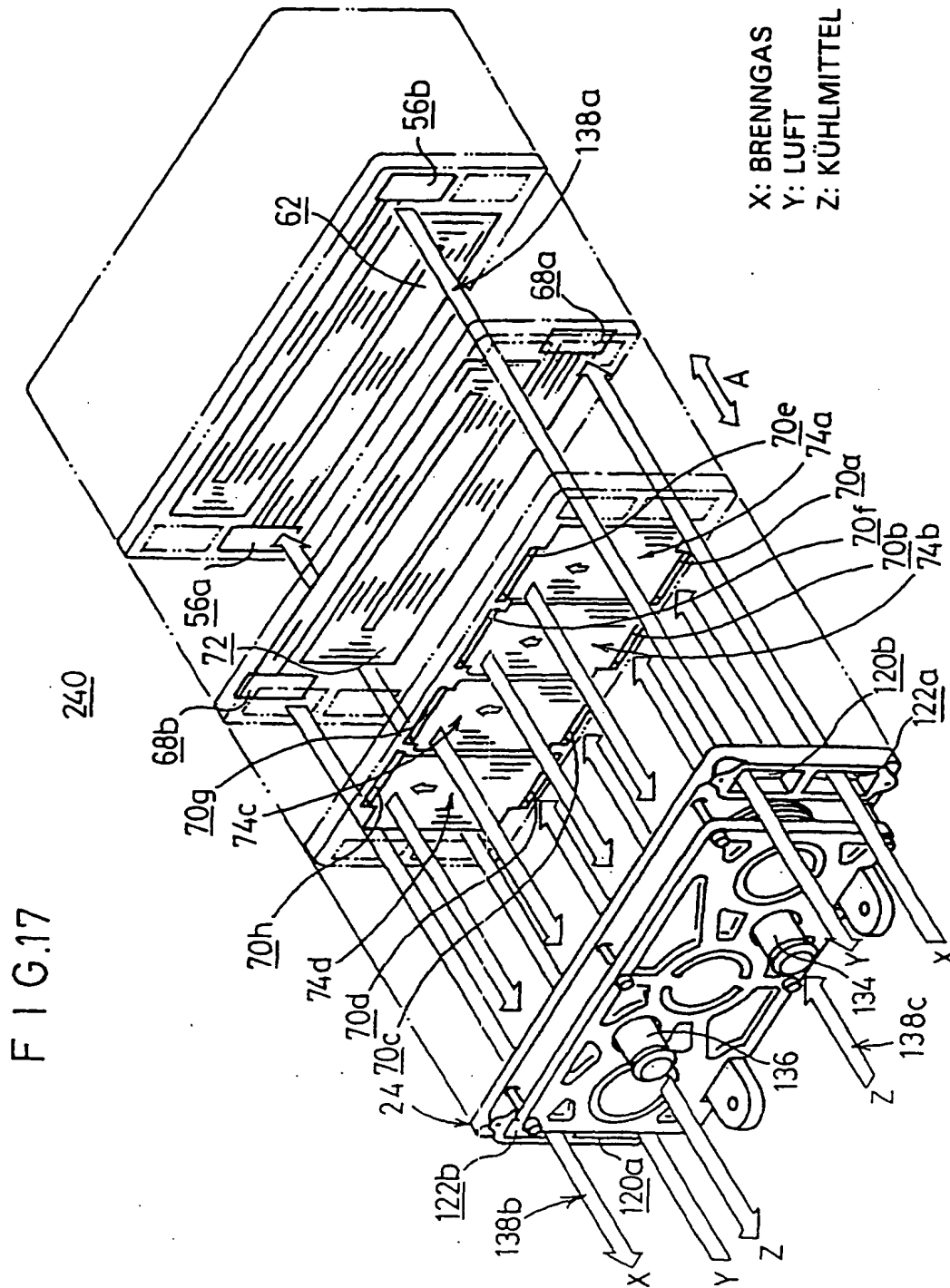
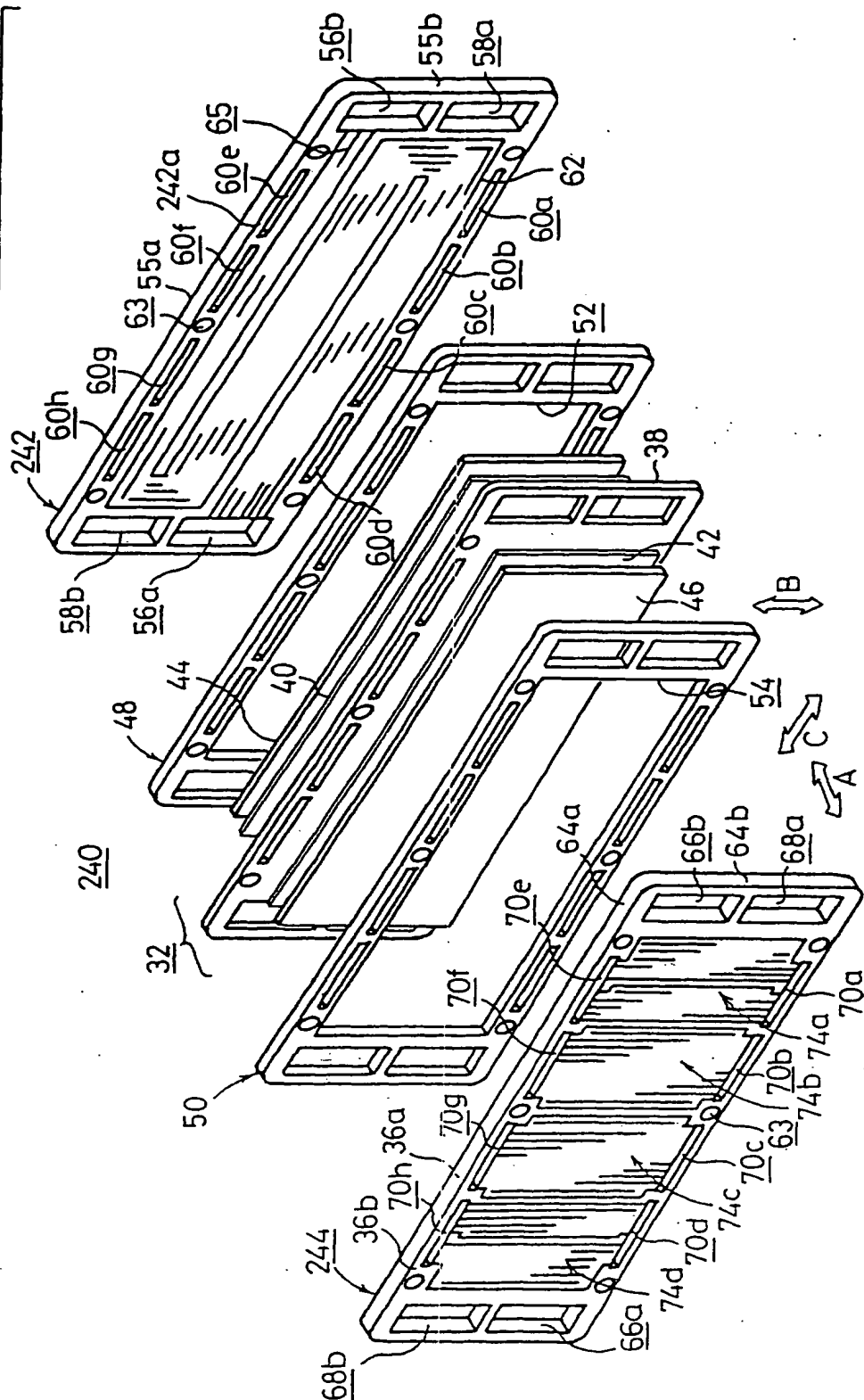
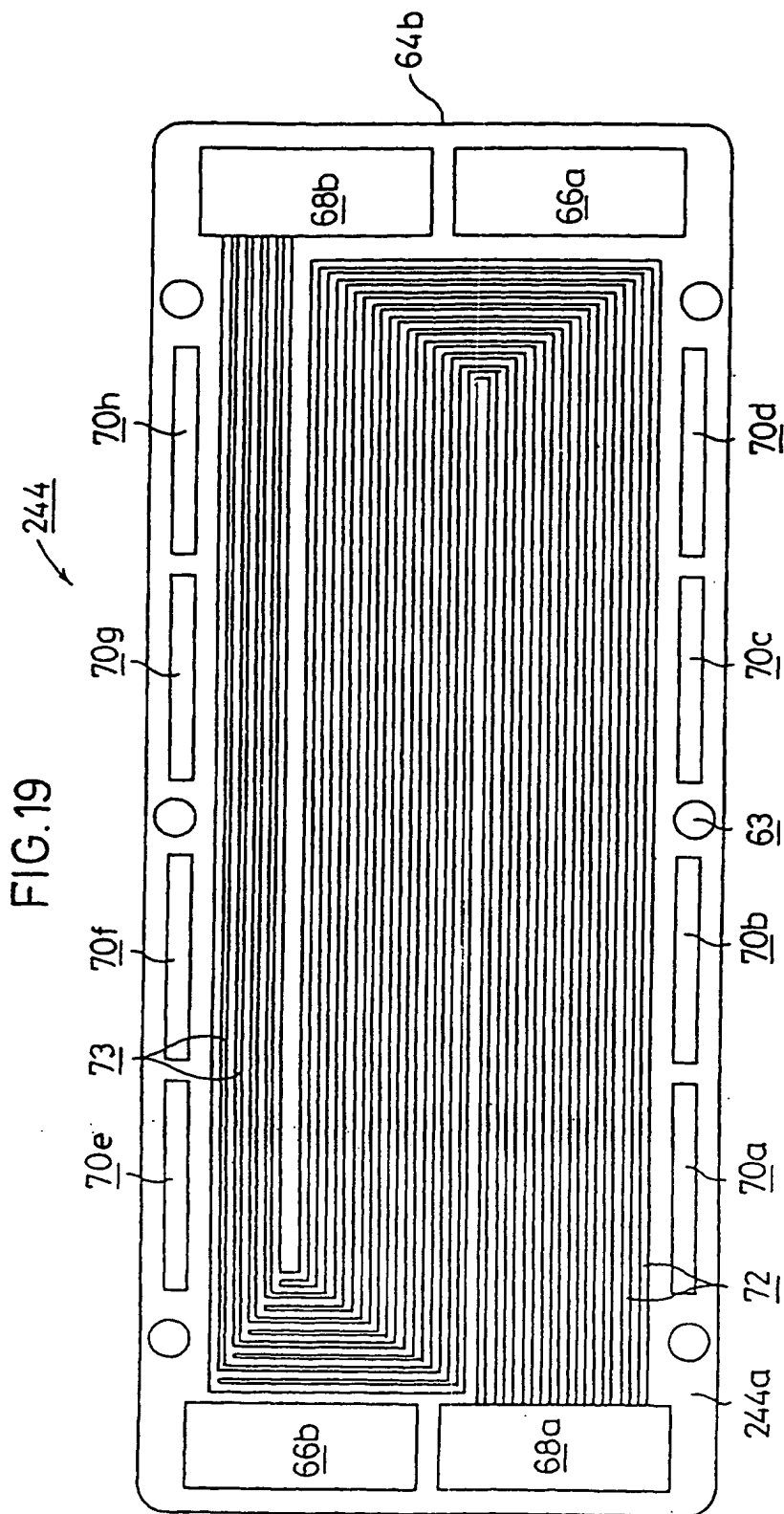


FIG. 18





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.